

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-199173

(43)Date of publication of application : 04.08.1995

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02F 1/1335

G02F 1/133

(21)Application number : 06-329477

(71)Applicant : OIS OPT IMAGING SYST INC

(22)Date of filing : 02.12.1994

(72)Inventor : ABILEAH ADIEL
PATRICK F BRINKLEY
XU GANG

(30)Priority

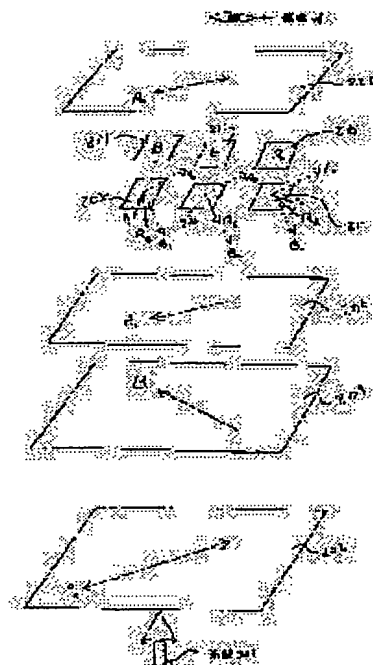
Priority number : 93 160731 Priority date : 02.12.1993 Priority country : US

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE, PICTURE ELEMENT, AND PRODUCTION METHOD THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To exclude a multigap requiring cell gap adjustment with respect to each color and to compensate the wavelength of each color by providing first and second auxiliary picture elements provided with color filters and delay films and giving retardation values to first and second delay films.

CONSTITUTION: A multicolor picture element is provided with a first polarizing plate 202 on a first substrate, a second polarizing plate 220 on a second substrate on the observer side of the picture element, a liquid crystal layer placed between first and second polarizing plates 202 and 220, and first and second auxiliary picture elements which are provided with different optical color filters 214, 216, and 218 to allow prescribed different colors, namely, wavelengths of light 201 to pass through. The first auxiliary picture element includes a first delay means having a first prescribed retardation value. The second auxiliary picture element includes a second delay means having a second prescribed retardation value different from the first prescribed retardation value. Further, first, and second delay means are placed between the first substrate and the second substrate.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 06.01.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-199173

(43) 公開日 平成7年(1995)8月4日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1335	5 0 5		
		5 1 0		
	1/133	5 1 0		

審査請求 未請求 請求項の数95 F D (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願平6-329477

(22) 出願日 平成6年(1994)12月2日

(31) 優先権主張番号 08/160731

(32) 優先日 1993年12月2日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 595002306

オーアイエス・オプティカル・イメージング・システムズ・インコーポレイティド
アメリカ合衆国、48167・ミシガン、ノースヴィル、ファイブマイル・ロード、47050

(72) 発明者 アディール・アビリー

アメリカ合衆国、48331・ミシガン、ファーマントン・ヒルズ、パレイ・フォージ・ドライブ、34950

(74) 代理人 弁理士 小島 高城郎

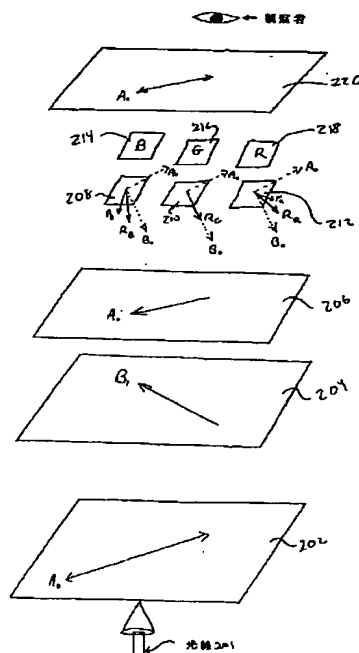
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶ディスプレイ及び画素並びに作製方法

(57) 【要約】

【目的】 ツイスト・ネマチック液晶ディスプレイの赤色、緑色、及び青色の副画素を含むマルチ・カラー画素を提供する。

【構成】 各副画素は、一対の基板と、一対の偏光板と、向き合う電極と、各色の異なる波長を補償する色固有化遅延膜とを有する。各副画素の固有化遅延膜によって、マルチ・ギャップ方式を排除しかつ異なる視角における色漏れのばらつきの問題を本質的に解消する。さらにポリマベースの一素子が、好適にはポリイミドであり、カラー・フィルタとしても遅延膜としても機能する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1のカラー・フィルタ及び第1の遅延膜を有する第1の副画素と、

第2のカラー・フィルタ及び第2の遅延膜を有する第2の副画素とを含み、

前記第1及び第2の遅延膜は互いに異なるリターデーション値を有し、かつ前記第1及び第2のカラー・フィルタは互いに異なることを特徴とする液晶ディスプレイに用いるツイスト・ネマチック画素。

【請求項2】 前記第1及び第2の遅延膜及びそれらのリターデーション値は、各副画素のカラーに従って選択されることを特徴とする請求項1記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項3】 更に、第3のカラー・フィルタと、前記第1及び第2の遅延膜の前記リターデーション値と異なる第3の遅延層とを有することを特徴とする請求項2記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項4】 前記第1及び第2の遅延膜は、前記第1及び第2のカラー・フィルタ上にそれぞれ直接蒸着されることを特徴とする請求項2記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項5】 更に、約10 μ m以下の厚さを有する液晶層を含み、かつ前記カラー・フィルタを基板上に配置すると共に、前記基板を前記カラー・フィルタと偏光板との間に配置したことを特徴とする請求項4記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項6】 更に、前記基板と前記偏光板との間に遅延層を含み、かつ前記遅延層はほぼ一定のリターデーション値を有し、前記第1のカラー・フィルタは赤色であり、かつ前記第2のカラー・フィルタは緑色であることを特徴とする請求項5記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項7】 前記第1及び第2の遅延膜は、同一の材料から製作され、かつほぼ異なる厚さを有することを特徴とする請求項2記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項8】 前記第1及び第2の遅延膜は、異なる材料から作製されると共に、ほぼ等しい厚さを有することを特徴とする請求項2記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項9】 前記第1及び第2の遅延膜は、異なる材料から作製されると共に、ほぼ異なる厚さを有することを特徴とする請求項2記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項10】 前記第1及び第2の遅延膜は、前記第1及び第2のカラー・フィルタ上にスピンコーティングされていることを特徴とする請求項2記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項11】 請求項2記載のマトリクス・アレイの画素を含むアクティブ・マトリクス型液晶ディスプレイ。

2

【請求項12】 前記第1のカラー・フィルタ及び前記第1の遅延膜は、共にカラー・フィルタ及び遅延素子として機能する一体に形成されたポリマー・ベースの単一素子に組合わせられていることを特徴とする請求項1記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項13】 前記一体に形成されたポリマー・ベースの単一素子は、カラー・フィルタ染料を可溶性ポリマーに溶解又は液浸することにより形成され、共にカラー・フィルタ及び遅延素子として機能する一体に形成された単一素子を製作することを特徴とする請求項12記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項14】 前記第1及び第2の遅延膜は、互いにほぼ平行な光軸を有することを特徴とする請求項1記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項15】 前記第1及び第2の遅延膜は、互いにほぼ平行でない光軸を有することを特徴とする請求項1記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項16】 前記光軸の方向は各副画素のカラー波長に従って選択されることを特徴とする請求項15記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項17】 前記第1の遅延膜の前記リターデーション値は約250nm～350nmであり、かつ前記第2の遅延膜の前記リターデーション値は約225nm～325nmであることを特徴とする請求項16記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項18】 前記第1の遅延膜のリターデーション値は約300nm～325nmであり、かつ前記第2の遅延膜の前記リターデーション値は約265nm～285nmであることを特徴とする請求項17記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項19】 前記第1の遅延膜の前記リターデーション値は約315nmであり、前記第2の遅延膜の前記リターデーション値は約275nmであり、前記第1の遅延膜は赤色のカラー・フィルタであり、かつ前記第2のカラー・フィルタは緑色のカラー・フィルタであることを特徴とする請求項18記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項20】 更に、前記第2の副画素における第1の透過最小値のカラー波長にほぼ一致した厚さを有する液晶を含むことを特徴とする請求項15記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項21】 前記厚さは、前記第1の副画素のカラーにおける前記第1の透過最小値以下であることを特徴とする請求項20記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項22】 前記第1の遅延膜の光軸は、観察者から見たときは、第2の遅延膜の光軸に対して反時計方向に回転されていることを特徴とする請求項21記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項23】 更に、第3のカラー・フィルタ及び第3の遅延膜を有する第3の副画素を含み、前記第3の遅

3

延膜は前記第2の遅延膜の光軸に対して時計方向に回転されていることを特徴とする請求項2記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項24】 前記第1のカラー・フィルタは赤色のカラー・フィルタであり、前記第2のカラー・フィルタは緑色のカラー・フィルタであり、かつ前記第3のカラー・フィルタは青色のカラー・フィルタであることを特徴とする請求項23記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項25】 前記第1の遅延膜の光軸は前記第2の遅延膜の軸に対して約 4° 回転され、かつ前記第3の遅延膜の光軸は前記第2の遅延膜の軸に対して約 5° 回転されていることを特徴とする請求項24記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項26】 前記第1及び第2の遅延膜は0以上のリターデーション値を有し、前記画素は、更に、少なくとも一つの可視的な垂直入射波長の光が通過する際に、前記光を約 $82^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 偏光させる液晶層を含むことを特徴とする請求項1記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項27】 前記第2の遅延膜は約0のリターデーション値を有することを特徴とする請求項1記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項28】 第1の基板上の第1の偏光板と、前記画素の観察者側にあり、かつ第2の基板上の第2の偏光板と、前記第1の偏光板と前記第2の偏光板との間に配置された液晶層と異なる所定のカラー又は波長の光放射を透過させるために異なるカラーの光フィルタをそれぞれ有する第1及び第2の副画素とを含み、前記第1の副画素は第1の所定リターデーション値を有する第1の遅延手段を含み、前記第2の副画素は前記第1の所定リターデーション値と異なる第2の所定リターデーション値を有する第2の遅延手段を含み、前記第1及び第2の遅延手段は前記第1の基板と前記第2の基板との間に配置されることを特徴とする液晶ディスプレイに用いるマルチ・カラー画素。

【請求項29】 前記第1及び第2のリターデーション値は前記第1及び第2の副画素の異なるカラーに従って選択されることを特徴とする請求項28記載のマルチ・カラー画素。

【請求項30】 前記第1の副画素は赤色のカラー・フィルタを有し、前記第2の副画素は緑色のカラー・フィルタを有し、かかる前記液晶層は約 $10\mu\text{m}$ 以下の厚さを有することを特徴とする請求項29記載のマルチ・カラー画素。

【請求項31】 青色のカラー・フィルタを有する第3の副画素と、前記第1及び第2のリターデーション値と異なる第3のリターデーション値を有する第3の遅延手段を有することを特徴とする請求項30記載のマルチ・カラー画素。

4

【請求項32】 前記液晶層はツイスト・ネマチック型のものであると共に、第1の基板と前記第2の基板との間に配置され、かつ少なくとも一つの波長の可視光はオフ状態において前記液晶層により約 $82^{\circ} \sim 100^{\circ}$ 偏光されていることを特徴とする請求項28記載のマルチ・カラー画素。

【請求項33】 前記カラー・フィルタは前記第2の基板上に配置されると共に、前記液晶層は前記カラー・フィルタと前記第1の基板との間に配置されていることを特徴とする請求項32記載のマルチ・カラー画素。

【請求項34】 前記第1及び第2の遅延手段は、前記カラー・フィルタ上に直接積層されていることを特徴とする請求項33記載のマルチ・カラー画素。

【請求項35】 前記第1及び第2の遅延手段は前記カラー・フィルタと前記第2の基板との間に配置されていることを特徴とする請求項34記載のマルチ・カラー画素。

【請求項36】 前記第1及び第2の遅延手段は前記液晶層に隣接して前記カラー・フィルタの最上部側に配置されて、前記カラー・フィルタを前記第2の基板と前記遅延手段との間に配置させることを特徴とする請求項34記載のマルチ・カラー画素。

【請求項37】 更に、前記第1及び第2の遅延手段上に直接積層された透明電極の膜を含み、前記カラー・フィルタ及び前記遅延手段を前記透明電極と前記第2の基板との間に配置させることを特徴とする請求項34記載のマルチ・カラー画素。

【請求項38】 更に、前記透明電極上に積層された配向膜を含み、前記液晶層を前記配向膜と前記第1の基板との間に配置させたことを特徴とする請求項37記載のマルチ・カラー画素。

【請求項39】 前記第1の遅延手段は第1の厚さを光学補償膜を含み、かつ前記第2の遅延手段は前記第1の厚さと異なる第2の厚さを有する光学補償膜を含むことを特徴とする請求項28記載のマルチ・カラー画素。

【請求項40】 前記第2の遅延手段は前記第1の遅延手段の前記値より大きなリターデーション値を有し、かつ前記液晶層は約 $10\mu\text{m}$ 以下の厚さを有することを特徴とする請求項39記載のマルチ・カラー画素。

【請求項41】 前記リターデーション値は負であり、前記第1及び第2の偏光板は互いにほぼ垂直な透過軸を有することを特徴とする請求項40記載のマルチ・カラー画素。

【請求項42】 前記リターデーション値は正であることを特徴とする請求項40記載のマルチ・カラー画素。

【請求項43】 前記第1及び第2の偏光板は、互いにほぼ平行な透過軸を有することを特徴とする請求項42記載のマルチ・カラー画素。

【請求項44】 前記液晶材料は、電圧を印加しないと

きのオフ状態において少なくとも一つの波長の光に対し

5

て約90°のねじれを有することを特徴とする請求項3記載のマルチ・カラー画素。

【請求項45】 前記第1及び第2の遅延手段はそれぞれ、前記カラー・フィルタ上に直接積層された光学補償膜又は遅延膜を含み、かつ前記カラー・フィルタは前記第2の基板上に積層されて、前記液晶層を前記遅延手段と前記第1の基板との間に配置させたことを特徴とする請求項28記載のマルチ・カラー画素。

【請求項46】 前記第1及び第2の遅延手段は唯一の光学補償膜を含むように組合わせをし、かつ前記光学補償膜はその膜について異なる厚さを定める上側階段状面を有することを特徴とする請求項45記載のマルチ・カラー画素。

【請求項47】 更に、前記第2の基板と前記第2の偏光板との間に積層された第3の遅延手段を含むことを特徴とする請求項45記載のマルチ・カラー画素。

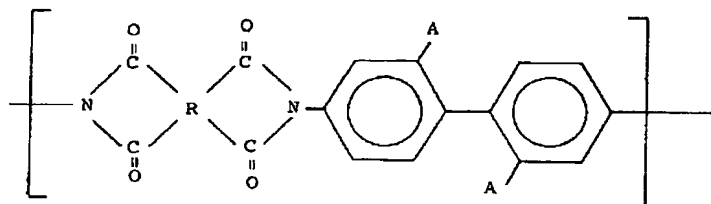
【請求項48】 更に、前記第2の基板と前記第2の偏光板との間に直接積層された第3の遅延手段を含むことを特徴とする請求項28記載のマルチ・カラー画素。

【請求項49】 更に、前記第1の基板と前記第1の偏光板との間に直接積層された第3の遅延手段を含むことを特徴とする請求項28記載のマルチ・カラー画素。

【請求項50】 更に、前記第1の基板上にアクティブ・マトリクス型素子を含むことを特徴とする請求項28記載のマルチ・カラー画素。

【請求項51】 更に、前記カラー・フィルタ及び前記副画素と異なるカラー・フィルタを有する第3の副画素を含むことを特徴とする請求項28記載のマルチ・カラー画素。

【請求項52】 唯一の前記第1及び第2の副画素は前記カラー・フィルタ上に直接積層された遅延手段を含み、前記第1及び第2の遅延手段の前記リターデーション値は各画素のカラーによって選択されることを特徴と*



の1乃至100モル百分率の構造要素からなり、式中のRは4価有機基であり、各Aはハロゲン化アルキル基、アルキル基及び置換アルキル基からなる部類から選択されたことを特徴とする請求項59記載の液晶ディスプレイ。

【請求項61】 前記ポリイミドは有機溶剤に可溶性のホモポリイミドであることを特徴とする請求項58記載の液晶ディスプレイ。ケセル。

【請求項62】 前記ホモポリイミドは、

(i) 無水ピロメリト酸 (PMDA) と2,2'-ビストリフル

6

*する請求項51記載のマルチ・カラー画素。

【請求項53】 更に、前記偏光板のうちの一つと前記基板のうちの一つとの間に積層された3つの全副画素のための第3の遅延手段を含み、前記第3の遅延手段はほぼ一定の厚さを有する光学補償膜を含むことを特徴とする請求項53記載のマルチ・カラー画素。

【請求項54】 前記第1及び第2の遅延手段は互いにほぼ直角でそれぞれの光軸を有する第1及び第2の光学補償層を含むことを特徴とする請求項28記載のマルチ・カラー画素。

【請求項55】 複数の画素を含む液晶ディスプレイであって、前記画素は、

第1及び第2の偏光板であって、それらの間に液晶層を配置し、前記液晶層の両側に直接隣接して配向手段を配置させた前記第1及び第2の偏光板と、

前記液晶層の両端に電圧を印加する手段と、共にカラー・フィルタ及び光学遅延素子として機能する単一のポリイミド・ベース素子とを含むことを特徴とする液晶ディスプレイ。

【請求項56】 前記ポリイミド・ベース素子は液浸又は溶解されたカラー染料を含むことを特徴とする請求項56記載の液晶ディスプレイ。

【請求項57】 前記ポリイミドはホモポリイミド又はコポリイミドであることを特徴とする請求項56記載の液晶ディスプレイ。

【請求項58】 前記ポリイミド・ベースの素子は一体に形成され、前記ポリイミドは有機溶剤に可溶性であることを特徴とする請求項57記載の液晶ディスプレイ。

【請求項59】 前記ポリイミドはmクレゾールに可溶性であることを特徴とする請求項58記載の液晶ディスプレイ。

【請求項60】 前記ポリイミドは、式【化1】

オロメチルベンジジン (BTMB)、

(ii) 3,3',4,4'-無水ベンゾフェノントトラカルボキシル酸 (BTDA) と2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン (BTMB)、

(iii) 4,4'-無水オキシジフタル酸と2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン (BTMB)、

(iv) 3,3',4,4'-無水ジフェニルステトラカルボキシル酸 (DSDA) と2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン (BTMB)、

(v) 3,3',4,4'-無水ビフェニルテトラカルボキシル酸 (B

PDA)と2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン(BTMB)、

(vi)2,2'-無水ビスジカルボニルフェニルヘキサフルオロプロパン(6FDA)と2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン(BTMB)からなる群から選択されることを特徴とする請求項6記載の液晶ディスプレイ。

【請求項63】 前記ポリイミドはコポリイミドであることを特徴とする請求項5記載の液晶ディスプレイ。

【請求項64】 前記コポリイミドは、

(i)3,3',4,4'-無水ベンゾフェノンテトラカルボキシル酸(BTDA)、2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン(BTMB)、及び4,4'-ジアミノジフェニルエテル(DDE)、

(ii)3,3',4,4'-無水ビフェニルテトラカルボキシル酸(BPDA)、無水ピロメリト酸(PMDA)、及び2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン(BTMB)、

(iii)3,3',4,4'-無水ビフェニルテトラカルボキシル酸(BPDA)、2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン(BTMB)、及びパラフェニレンジアミン(PPDA)のうちの一つに基づくことを特徴とする請求項63記載の液晶ディスプレイ。

【請求項65】 (a) (i)ホモポリイミド、及び(i)コポリイミドからなる群から選択された有機溶剤に可溶性のポリイミドを選択する工程と、

(b)カラー染料を液浸する工程と、

(c)前記ポリイミド・ベースの要素を前記画素においてカラー・フィルタ及び遅延素子として機能可能にさせるように、液晶ディスプレイの画素に前記合成したポリマーを配置する工程とを含み、前記液晶ディスプレイ画素内で、共にカラー・フィルタ及び遅延素子として機能するポリイミド・ベースの要素を含む液晶ディスプレイ画素を製作する方法。

【請求項66】 第1の光軸を含む第1遅延手段を有する第1の副画素と、

第2の光軸を含む第2遅延手段を有する第2の副画素とを含み、

前記第1及び第2の遅延手段の光軸は異なる方向に配向されていることを特徴とする液晶ディスプレイに用いる画素。

【請求項67】 前記第1の遅延手段の前記第1の光軸は、前記第2の遅延手段の前記第2の光軸の配向と少なくとも約2°の方向に向けられ、前記画素は、更に、少なくとも一つの波長の可視光が通過する際に、前記光を約82°~100°偏光させるツイスト・ネマチック液晶層を含むことを特徴とする請求項66記載の画素。

【請求項68】 前記第1及び第2の遅延手段は少なくとも一部がほぼ共面に存在し、かつ前記方向は各副画素のカラーに従って選択されていることを特徴とする請求項66記載の画素。

【請求項69】 更に、第1及び第2の透明な基板と、

第3の副画素を含み、かつ前記第1及び第2の遅延手段は前記第1の基板と前記第2の基板との間に配置されていることを特徴とする請求項68記載の画素。

【請求項70】 前記第1及び第2の副画素は異なるカラー・フィルタを内蔵していることを特徴とする請求項68記載の画素。

【請求項71】 前記第1の副画素における前記カラー・フィルタは赤色のカラー・フィルタであり、前記前記第2の副画素における前記カラー・フィルタは緑色のカラー・フィルタであり、前記第1の遅延手段は前記第2の遅延手段のリターデーション値と異なるリターデーション値を有することを特徴とする請求項71記載の画素。

【請求項72】 前記第2の光軸は、液晶層の第1の面に配置された第1の配向手段のパフ処理方向にほぼ平行であり、かつ光はその液晶材料と前記第1の配向手段との間の中間面における前記液晶層に最初に入射するようにされていることを特徴とする請求項70記載の画素。

【請求項73】 約630nmの赤色波長、約550nmの緑色波長、及び約480nmの青色波長は全て、法線方向の視角、即ち0°水平方向及び0°垂直方向で、一定の比率、少なくとも約50:1を有することを特徴とする請求項1記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項74】 前記3つの波長は全て、前記法線方向の視角で、少なくとも約110:1のコントラスト比を有することを特徴とする請求項73記載の画素。

【請求項75】 前記3つの波長は全て、約(i)0°垂直方向、±30°水平方向；及び(ii)±20°垂直方向、0°水平方向で、少なくとも約30:1のコントラスト比を有することを特徴とする請求項73記載の画素。

【請求項76】 前記3つの波長は全て、約0°水平方向、30°垂直方向の視角で、少なくとも約50:1のコントラスト比を有することを特徴とする請求項75記載の画素。

【請求項77】 約630nmの赤色波長及び約550nmの緑色波長はそれぞれ、約±50°水平方向、0°垂直方向の視角で、少なくとも約50:1のコントラスト比を有することを特徴とする請求項1記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項78】 約630nmの赤色波長及び約550nmの緑色波長はそれぞれ、約±50°水平方向、0°垂直方向の視角で、少なくとも約30:1のコントラスト比を有することを特徴とする請求項28記載のマルチ・カラー画素。

【請求項79】 約480nmの青色波長は、約0°水平方向、±20°垂直方向の視角で、少なくとも約100:1のコントラスト比を有することを特徴とする請求項78記載の画素。

【請求項80】 約630nmの赤色波長及び約550

nmの緑色波長はそれぞれ、約 $\pm 50^\circ$ 水平方向、 0° 垂直方向の視角で、少なくとも約30:1のコントラスト比を有することを特徴とする請求項6記載の画素。

【請求項81】 約480nmの青色波長は、約 0° 水平方向、 $\pm 15^\circ$ 垂直方向の視角で、少なくとも約80:1のコントラスト比を有することを特徴とする請求項80記載の画素。

【請求項82】 赤色、緑色及び青色の波長は全て、約 0° 水平方向、約 0° 垂直方向の視角で、少なくとも約100:1のコントラスト比を有することを特徴とする請求項6記載の画素。

【請求項83】 前記赤色、緑色及び青色の波長はそれぞれ、約 $\pm 40^\circ$ 水平方向、 0° 垂直方向の視角で、少なくとも約80:1のコントラスト比を有することを特徴とする請求項82記載の画素。

【請求項84】 前記画素は常黒色画素であることを特徴とする請求項83記載の画素。

【請求項85】 前記画素は常黒色画素であることを特徴とする請求項1記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項86】 前記画素は常白色画素であることを特徴とする請求項1記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項87】 前記画素はツイスト・ネマチックの常白色画素であることを特徴とする請求項6記載の画素。

【請求項88】 前記画素はツイスト・ネマチックの常黒色画素であることを特徴とする請求項6記載の画素。

【請求項89】 前記画素は常白色画素であることを特徴とする請求項5記載のマルチ・カラー画素。

【請求項90】 前記画素は常黒色画素であることを特徴とする請求項5記載のマルチ・カラー画素。

【請求項91】 前記リターデーション値は正であることを特徴とする請求項1記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項92】 前記リターデーション値は負であることを特徴とする請求項1記載のツイスト・ネマチック画素。

【請求項93】 前記ポリマー・ベースの素子は負の複屈折値を有することを特徴とする請求項1記載の液晶ディスプレイ。

【請求項94】 前記ポリマー・ベースの素子は正の複屈折値を有することを特徴とする請求項1記載の液晶ディスプレイ。

【請求項95】 更に、法線方向に入射される光が通過する際に、前記光を約 $180^\circ \sim 270^\circ$ 偏光させる液晶層を含むことを特徴とする請求項1記載のツイスト・ネマチック画素。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、少なくとも1つの遅延

(リターデーション:retardation)膜を内包する液晶ディスプレイ(以降、LCDと記載する場合もある)の設計に関する。特に、本発明は、多色すなわちマルチカラーの液晶ディスプレイの設計、及び色漏れを排除しつつ上記液晶ディスプレイの視野を最大限とするための技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 液晶材料は、電子的表示装置として有用である。なぜなら、液晶(LC)材料の層を通過する光は、その材料の屈折率異方性すなわち複屈折の値(Δn)による影響を受けるからであり、このことはすなわち、液晶材料に電圧を印加することによって制御可能であることを意味する。液晶ディスプレイが望ましいとされる理由は、周囲光及びバックライト光を含む外部光源からの光の透過や反射が、他の従来のディスプレイで使用される発光材料において必要であった電力よりもはるかに少ない電力によって制御可能だからである。現在、液晶ディスプレイは、広く用いられている。例えばデジタル時計、計算器、携帯型コンピュータ、航空機の操縦室のディスプレイ、及び他の多種の電子装置等に適用されており、これらは、液晶ディスプレイの長寿命と低電圧かつ低電力消費である動作である利点を利用している。

【0003】 多くの液晶ディスプレイにおいては、情報が、数字又は文字の行及び列からなるマトリクス・アレイの形で提示され、これらは、そのようなマトリクス・パターンに配置された多数のセグメント化電極によって生成される。セグメントは、個々のリードによって駆動電子回路へと接続されている。駆動電子回路は、適切な組合せのセグメントに対して電圧を印加することにより、その液晶材料を通過する光を制御することによって所望のデータや情報を表示する。グラフィック情報、例えば航空機の操縦室におけるディスプレイやテレビのディスプレイは、2組の直交する導電体ライン(すなわち、行ラインと列ライン)間をX-Y順次アドレッシング方式により接続した画素のマトリクスによって実現できる。さらに進んだアドレッシング方式では、個々の画素における駆動電圧を制御するためのスイッチとして動作する薄膜トランジスタ又はダイオードのアレイを用いる。これらの方式は、主にツイスト・ネマチック液晶ディスプレイに対して適用されるが、高性能なスーパー・ツイスト液晶ディスプレイの領域でも利用されつつある。

【0004】 コントラスト(階調)は、常白色(NW:電圧を印加しないときに白を呈する)液晶ディスプレイと常黒色(NB:電圧を印加しないときに黒を呈する)液晶ディスプレイの双方の画質を判断する最も重要な属性の1つである。常黒色LCDにおいては、その階調を限定する主要なファクタは、暗すなわちオフ状態においてディスプレイを通して漏れる光の量である。常白色LCDにおいては、その階調を限定する主要なファクタ

は、暗であるオン状態においてディスプレイを通して漏れる光の量である。このことは、例えば太陽光のような明るい環境においては問題にならない。この場合、多量の反射及び散乱された周囲光があるからである。カラー液晶ディスプレイにおいては、光漏れのために、飽和したり白黒画像になったりする両極端への深刻な色シフトが生じる。これらの限界は、特に航空機における適用において重要である。この場合、機長のディスプレイを見る副操縦士にとって重大な問題である。

【0005】さらに、常黒色液晶装置及び常白色液晶装置の双方によって生成される画像の見やすさは、視角に依存し、多数の走査電極を備えたマトリクス・アドレスシグ装置においては特にそうである。遅延膜のない場合、典型的なNB又はNW液晶ディスプレイにおけるコントラスト比は、通常、法線方向からの入射を中心とする狭い視角（又は観察角度）内でのみ最大値となり、視角が増すと低下する。

【0006】広い視野に亘って高品質で高コントラストの画像を提示できる液晶ディスプレイを提供することは、技術的に極めて重要な進展となるであろう。

【0007】いくつかのタイプの液晶の画素すなわちセルは、フラット・パネル・ディスプレイにおいて広く利用されている。アクティブ・マトリクス・アドレスシグ方式は、高解像度のフルカラー画像を与えるディスプレイを可能とする。法線方向すなわち軸上視角N（垂直視角0°及び水平視角0°）において直接見た場合には、液晶ディスプレイは、一般的に高品質の出力を提示する。特に、セル・ギャップ「d」が第1の透過最小値に合っている場合はそうである。しかしながら、視角が増すにつれてその画像は劣化しコントラストが悪化してくる。この原因は、液晶のセルが、多数の異方性液晶分子を含む液晶層により呈される異方性もしくは複屈折効果に起因して動作するからである。このような材料は、長い分子軸の配向に関連する異常光屈折率をもつ正の一軸性複屈折（すなわち、異常光屈折率が常光屈折率よりも大きい）を示す。このような液晶材料はその中を通る光に対して位相の遅れを生じさせ、本質的に光の屈折角を変化させ又は増大させるために、大きな視角における低品質の画像をもたらすのである（詳細は、例えば、Penz, Viewing Characteristics of the Twisted Nematic Disply, Proceeding of the S.I.D., Vol. 19, p. 43, (1978) 及び Grinberg, et al., Transmission Characteristics of a Twisted Nematic Liquid Crystal layer, Journal of the Optical Society of America, Vol. 66, p. 1003 (1976) を参照されたい）。しかしながら、液晶の画素すなわちセルの中へ光学的補償素子（又は遅延素子）を導入することによって、望ましくない角度効果を補正することが可能であり、それにより、法線方向においても高い視角においても上記の素子がない場合よりも高いコントラストを維持することができる。

【0008】必要とされる光学的補償すなわちリターデーション（遅延）の種類と方向は、ディスプレイの種類、すなわち使用されるディスプレイが常黒色であるか又は常白色かに依存する。

【0009】常黒色（NB）のツイスト・ネマチック・ディスプレイにおいては、ツイスト・ネマチック液晶材料が、透過軸が互いに平行な偏光板の間に設置される。このようなNBディスプレイは、前面Xパフ処理でも、背面Xパフ処理でもよい。第1及び第2の液晶パフ仕上げ域は、互いに直交することが好ましく、従って、パフ処理のうちの1つは偏光板の軸に対して垂直となる必要がある。もし、第1のパフ域が第1の偏光板透過軸に対して垂直であるなら、このディスプレイは「背面Xパフ処理」されている。そうでない場合は、ディスプレイは「前面Xパフ処理」されている。

【0010】活性化されていないすなわちオフ状態（閾値電圧 V_{th} 以下の電圧が液晶材料に印加されていない状態）において、バックライトからの法線方向からの入射光は、先ず第1の偏光板によって偏光され、そして画素すなわちセルを通過する間にその偏光方向を、パフ域によって決まる液晶材料のねじれ角によって回転させられる。この効果は、導波効果又はねじれ効果として知られている。例えば、このねじれ角が約90°となるように設定され、それによって、光が第2の偏光板すなわち出口偏光板によって遮断されるもしくは吸収される。常黒色画素に対して電極を介して電圧を印加するとき、液晶分子はなるべく電界に沿って配向するように力を受けることにより、その液晶材料のツイスト・ネマチック対称性を失う。この配向において、液晶層分子の光学的分子軸は、セルの壁に垂直である。このとき液晶層は、法線方向からの入射光に対して等方的に見え、導波効果がなくなるために光の偏光状態は、液晶層を通して進行することによっても変化しない。よって、光は第2の偏光板すなわち出口偏光板を通過することができる。NBディスプレイには、発光して見えるようにしたい部分に対して選択的に種々の電圧を印加することによってパターンを画成することができる。

【0011】しかしながら、法線軸上視角N及び他の視角のいずれの角度においてもオフ状態で見たときには、NBディスプレイの活性化されていない暗領域に色がついているように見える。これは、このような角度において液晶を通過する光に対する角度に依存するリターデーション効果のためである。コントラストは、補償素子すなわち遅延素子を用いることによって回復可能である。このような素子は、ツイスト液晶層の対称性と同様の対称性を有するが、その効果を逆転させる。1つの方法は、アクティブな液晶層に対して別の逆の螺旋構造をもつツイスト液晶セルを付加することである。別の方法としては、NBセルに、画素全体において一定の複屈折値をもつような1又は複数のプレート状遅延用補償器を用

いることである。これらの補償方法は、その補償素子すなわち遅延素子が、双方とも法線方向の光の進行方向に対して直交する異常光軸を持つ一軸性複屈折材料である点でツイスト・ネマチック液晶材料と光学的対称性を共有するので有効である。補償のためのこれらの手法は、必要な光学的対称性をもつ材料が容易に入手できるために一般的に利用されてきた。遅延プレートが、ポリビニル・アルコール(PVA)等のポリマの延伸によって容易に作製されるにも拘らず、逆ツイスト・セルは液晶を利用する。上記の逆ツイスト・セルによる補償技術に関しては、この点で、第2の液晶セルを光路中に挿入する必要があるために、ディスプレイのコストを極めて高くし、また重くかつかさ高いものとする。

【0012】これらの補償技術の有効性にも拘らず、常黒色動作モードに関してはこれらの手法に欠点が存在する。常黒色ディスプレイの見え方は、セル・ギャップ「d」に対して非常に敏感である。その結果、オフ状態において一定の暗状態(の見え方)を維持するためには、液晶層の厚さ「d」を、その画素中で用いられる各特定波長すなわち色の第1の透過最小値に一致させる必要がある。このことは、図1に従来技術として示されている(例えば、米国特許第4632514号を参照のこと)。図1は、青色の副画素と、緑色の副画素と、赤色の副画素とを含む液晶ディスプレイのマルチカラー画素を示しており、この場合、液晶層15の厚さすなわちセル・ギャップ「d」は、各副画素の色すなわち波長によって異なり、これによって各色の第1の透過最小値に対して「d」を一致させている。このようなマルチ・ギャップ・ディスプレイは、製造することが非常に困難でありかつ高価である。

【0013】従って、図1に示した赤色、緑色及び青色の副画素を含む液晶ディスプレイであって、良好な色のコントラスト比をもちかつ異なる色の波長に対して補償を行うが、各副画素の色すなわち波長の第1の透過最小値に対して「d」を一致させるべく各色(赤色、緑色、青色)によって液晶層の厚さ「d」を変える必要がないようなディスプレイが提供されることが切に望まれていた。

【0014】ここで、常白色(NW)LCDセルに戻ってみると、常白色液晶ディスプレイの構造においては、約90°のねじれ角をもつツイスト・ネマチック・セルが、透過軸に対して交差するすなわち垂直な2枚の偏光板の間に設置されている。これによって、各偏光板の透過軸は、各偏光板に隣接する液晶材料の界面領域において液晶分子の配向のバフ処理方向に対して平行又は垂直になる。言い替えるならば、NWセルは、双方の偏光板の軸がそれぞれの隣接するバフ域に対して平行となるようなPバフ処理も可能であるし、また、双方の偏光板の軸がそれぞれのバフ域に対して垂直となるようなXバフ処理も可能である。この偏光板の向きは、前述のNBディスプレイのそれとは明と暗の感知が逆である。オフ領

域すなわち不活性(液晶材料に対して V_{th} を越える電圧が印加されていない)領域は、常白色ディスプレイにおいては明るく見える。一方、活性化された領域は暗く見える。暗であるはずの領域が、大きい角度からみたときに明るく見えたり色がついて見えたりする問題がここでも発生するが、その原因は異なる。正又は負のいずれの複屈折遅延素子も、このNWディスプレイを補正するために、そのディスプレイの配向に従って利用することができる。NWの活性化された暗領域においては、液晶分子が、印加された電界に沿って並ぶ傾向がある。仮にこの配向が完全であるならば、セル中の全ての液晶分子は、それらの長軸をガラス基板すなわちセル壁に対して垂直とするであろう。活性化された状態では、NWディスプレイは、法線方向からの入射光に対して等方的に見えるため、入射光は直交する偏光板によって遮断され、よって暗状態の画素又は副画素となる。

【0015】NWの画素又はディスプレイにおいて視角が増すにつれてコントラストが失われていく主な原因は、ホメオトロピック液晶層が、軸方向でないすなわち法線方向から離れた光に対して等方的に見えないからである。法線方向から離れた角度に向かう光は、液晶層の異常光屈折率すなわち複屈折(ΔN)のために2つのモードで、これら2つのモード間の位相遅延を伴いながら進行する。この位相遅延は入射角がとともに増大する。入射角に対する位相依存性によって、偏光状態に楕円偏光が生じるが、これは、第2の偏光板によっても完全には消えず、光が漏れる結果となる。NWの対称性のために、この複屈折は方位依存性をもたない。

【0016】従って、常白色液晶セルにおいてしばしば必要とされることは、液晶層によって生じる位相遅延と反対の符号の位相遅延を生ずる光学的補償素子すなわち遅延素子である。これによって、元々の偏光状態を回復し、その光を出口偏光板によって遮断することができる。このようなNWの対称性としてしばしば負の複屈折をもつ光学的補償素子すなわち遅延素子は公知であり、例えば、米国特許第5196953号、5138474号、及び5071997号に開示されている。これらの開示の内容をここに参照する。上記の米国特許第5071997号に開示されたポリイミド及びコポリイミドは、NW液晶ディスプレイの遅延素子として用いることができ、かつ延伸することなく所望の負の複屈折値に作製することができるとされている。

【0017】再び図1に戻ると、この図には、3つの色の副画素を含む従来の常黒色液晶ディスプレイの画素が示されている。光源からの光線は、図2の液晶ディスプレイの画素に照射される。照射された光線は、概略的に2A、2B及び2Cとして示されており、通常は単一の光源からのものであるが、ディスプレイの画素の構成要素すなわち副画素ユニットの関係で図1のように表されている。光線は、先ず、第1の直線偏光板14を通る。

その後、光線は、液晶セル10に照射される。液晶セル10は、2つの透明ガラス基板11及び12により支持されている。ガラス基板12の内側表面上には、透明導電性領域18A、18B、及び18Cがある。これらの導電性領域は、ディスプレイの画素の各副画素の色要素部分である液晶層15に対して電界を印加するための電極である。青色の副画素は青色の光学フィルタ16Aを備え、緑色の副画素は緑色の光学フィルタ16Bを備え、そして赤色の副画素は赤色の光学フィルタ16Cを備えている。これらの光学フィルタは、第2のガラス基板11に結合されている。

【0018】光学フィルタ上には、透明導電性材料17が蒸着され、これは、液晶画素の各副画素のための第2の電極として働く。電源4は、電極18A、18B及び18Cと第2の電極17との間の空間を占める液晶材料15に対して電圧を印加する設置されている。当業者には自明であるが、電源4は、通常、所定の電圧を各副画素の電極に対して印加するためのアドレッシング回路によって置換えられる。この方法により、画像を、見る人（観察者）に表示することができる。

【0019】光線19Aは、第1の偏光板14により直線偏光された後、第1の電極18Aと第2の電極17との間の液晶材料15を通る間に約90°回転させられる。直線偏光した光線19Bと19Cは、同様に、画素の別の色の副画素において約90°回転させられる。この光線は、液晶材料15を通過した後、カラー・フィルタ16A、16B及び16Cのいずれか1つを通る。光学的カラー・フィルタは、液晶ディスプレイの色副画素によって透過されるべき色成分を個々の副画素2つについて選択する。しかしながら、異なる波長（例えば、赤色、緑色及び青色）は、液晶材料の複屈折によって異なる範囲へはずれやすく、そのために、図1に示したマルチ・ギャップ構造が必要となり、異なる視角において異なる相対的色の漏れを生じるようにする。

【0020】液晶材料を通過した後、光線は遅延プレート21及び22を通される。前述のとおり、軸から離れた透過は、その角度が増すにつれて液晶材料の複屈折のために益々楕円偏光となる。この楕円偏光の結果が、光が第2の直線偏光板13を通った後における法線軸Nについての角度の関数としての光のコントラストの低下につながる。角度に依存するコントラストの低下を補償するために、図1に示すように、一定のリターデーション値をもつ遅延プレート21及び22が基板11と偏光板13との間に挿置される。この遅延プレート21及び22があることによって、直線偏光板13に照射される光の楕円偏光が軽減される。その結果、第2の直線偏光板13を通過する光のコントラスト比における角度に依存する変動が、改善される。

【0021】さらに、図1に示すように、この従来例におけるマルチ・ギャップ態様は、液晶セル15の光路差

$(d \cdot \Delta N) \div \lambda$ を3つの副画素の各色の第1の透過最小値に一致させるべく選択された各副画素の厚さ「d」を必要とする。従って、各色（赤色、緑色及び青色）は異なる波長をもちかつ液晶材料の複屈折値 ΔN は一定のままであるので、各副画素の厚さ「d」は、各色の異なる波長を補償するべく調整しなければならず、よってセルは法線方向の視角Nに対して最適化される。本明細書では法線方向の視角は、符号Nで示され、ほぼ0°の水平及び垂直視角を意味する。

【0022】次に、従来技術の図2では、図1の液晶ディスプレイ中をいかにして光が伝わるかを概略的に示している。図示のとおり、入射光2は、先ず第1の偏光板14を通過する。次に光線の通る光学的に配向した領域は、第1の配向膜すなわち液晶材料15が接している導電性プレートの表面18Sである。表面18Sは、第1の直線偏光板14に平行な配向すなわちパフを有している。本発明の説明のために、実際の液晶材料の制御可能な配向を無視すると、光線の通過する次の光学的配向領域は、第2の導電性電極17の第2の配向膜すなわちパフ処理された表面17Sであり、液晶材料15が曝される第2の表面である。この表面17Sは、液晶材料15が曝される表面18Sに対して垂直な方向に配向されすなわちパフ処理されている。これによって、液晶材料中に約90°のねじれを生成する。遅延プレート21は、3つの副画素全てに対して一定のリターデーション値と同じく一定の異常光屈折率すなわち複屈折値（ ΔN ）を有するが、表面17Sの配向に平行な方向の光学的軸をもっている。一方、遅延プレート22もまた、全ての副画素に対して一定の複屈折値を有するが、遅延プレート21の軸の方向に直角な方向の光学的軸をもっている。遅延プレート又は遅延膜のリターデーション値は、式「 $d \cdot \Delta N$ 」で決定され、この式で「d」はプレート又は膜の厚さであり、「 ΔN 」はプレートの複屈折の値である。最後に、画素がオンすなわち活性化状態にあるとき、光線は、遅延プレート22及び直線偏光板14に平行な向きの第2の直線偏光板13を通過する。

【0023】次に図3は、常黒色液晶セルにおける赤色、緑色、及び青色の波長の異なる透過最小値を示した図であり、典型的な色の成分についての電界の印加されていないときの液晶セルの光の透過率を、光線が通過する液晶材料の距離「d」の関数として示している。オフ状態においては実質的に光線の透過はないので、青色の光線についての透過最小値は、ほぼ液晶材料の厚さ「d（青色）」において生じ、緑色の光線についての透過最小値は、液晶材料の厚さ「d（緑色）」において生じかつ「d（青色）」よりも大きく、そして赤色の光線についての透過最小値は、ほぼ液晶材料の厚さ「d（赤色）」において生じかつ「d（緑色）」よりも大きい。この各色の透過光線の最小値における差が、前述のように、各副画素のセル厚「d」が図1のマルチ・ギャップ

構造において異なっている原因である。

【0024】図1及び図2を参照して説明してきた従来の液晶ディスプレイの欠点は、液晶材料の厚さ「d」を、各色の第1の透過最小値に一致させるべく精密に調整しなければならないことである。そしてさらに、遅延膜21及び22は、全ての色の副画素に適用できる単一のリターデーション値を有しており、異なる波長を考慮していないことである。全ての副画素に対して遅延膜が一定のリターデーション値をもつために、異なる視角において異なる色（赤色、緑色及び青色）に対する異なる漏れが存在する。例えば、図1に示したNB画素は、オフ状態のとき法線軸角度Nで見た場合に、青の漏れを呈する。なぜなら、遅延プレート又は遅延膜の1つの一定値が、実質的に法線軸角度における緑色の波長に一致しているからである。しかしながら、大きな水平視角において図1の画素は、緑色と赤の漏れを呈する一方、青色は適切に透過する。

【0025】図1に示した画素を通過する斜角度の光の場合、垂直の成分又はベクトルは、液晶材料によって約90°ねじられるが、水平成分は別の角度依存値でねじられる。図1に示した遅延プレート21及び22の目的は、液晶材料によって悪影響を受けた水平成分を補正することである。しかしながら、図1に示した遅延素子は、1つにリターデーション値のみを有し、液晶材料の複屈折により異なる影響を受けた各色（例えば、赤色、緑色及び青色）の異なる波長を考慮していない。言い替えると、一定のリターデーション値をもつ遅延素子をもちいるときは、図1に示されたマルチ・ギャップ画素の全体的な視角が改善されるが、異なる視角における各色についての異なる漏れを生じる。

【0026】図4の従来技術は、赤色、緑色、及び青色の副画素を含む公知のNB画素の第2のタイプを示している。法線方向からの入射光101は、先ず第1の直線偏光板103を通過する。第1の直線偏光板103は、第2の直線偏光板112の透過軸に平行な透過軸を有することによって、常黒色（NB）液晶ディスプレイの画素を規定する。直線偏光板103によって偏光された後、光線101は第1の透明基板104及び透明副画素電極105を進行する。各色の副画素は、それ自身の電極105を備えており、これにより各副画素に対して選択的に電圧を印加することができる。電極105を通過した後、法線方向からの入射光101は、厚さ「d」をもつ液晶層109へ進み通過する。液晶層109は、全画素に対して一定の厚さをもち、その電極105との界面において、第1の偏光板103の透過軸に対して実質的に垂直な方向にバフ処理された第1の配向膜（図示せず）を有する。第1の配向膜に向き合う第2の配向膜が、液晶材料109とカラー・フィルタ106乃至108との界面に置かれている。この第2の配向膜（図示せず）は、第1及び第2の偏光板の両方の透過軸に対して

実質的に平行な方向にバフ処理されている。第1及び第2の配向膜（図示せず）の実質的に直交するバフ処理方向は、液晶層109内に約82°乃至100°のねじれを生成する。言替えるならば、法線方向からの入射光が、電極105に接する第1の配向膜からカラー・フィルタに接する第2の配向膜へと液晶材料109を通過すると、その光は、約82°乃至100°程ねじれることになる。

【0027】液晶層109を通過した後、この光は上記のとおり第2の配向膜及び各副画素のカラー・フィルタ106乃至108を進行する。青色の副画素は青色のカラー・フィルタ106を、赤色の副画素は赤色のカラー・フィルタ106を、緑色の副画素は緑色のカラー・フィルタ106を備えている。これらのカラー・フィルタのいずれかを通過した後、法線方向からの入射光は、第2の透明基板110、遅延膜111、及び第2の偏光板すなわち出口偏光板112を通る。遅延膜111は、画素全体に対して一定のリターデーション値をもっている。第1の偏光板103の透過軸に平行な向きの透過軸をもつ第2の偏光板112を通過した後、光は、見る人に対して進む。この見る人は、好ましくはその得られた光を法線軸上ですなわち垂直な視角113で見る。垂直な視角Nは、例えば、液晶セルの偏光板103及び112によって規定される平面に対して垂直な軸をもつ。

【0028】この特定の画素のセル・ギャップすなわち厚さ「d」は、約5.70マイクロメートルであり、波長550nmの緑色についての第1の透過最小値に一致している。遅延膜111は、正である一定の複屈折値（ΔN）をもつ。遅延膜111の光学軸は、第1の配向膜のバフ域に対して平行であり、第1及び第2の偏光板103及び112の透過軸に対して垂直である。図4に示されたこの従来の画素の主な欠点は、後述するように、異なる色を表わす異なる波長が補償されないことであり、その結果、異なる視角において各色の間にコントラストのばらつきが生じることである。

【0029】図5乃至図7は、遅延膜のないときの、赤色、緑色及び青色のそれぞれの波長に対する図4の画素の効果を示したコンピュータ・シミュレーションのグラフである。

【0030】図5は、遅延膜111のないときの、630nmの赤色光波長に対する図4の画素の効果を示したコンピュータ・シミュレーションのグラフである。図5に示したこの効果のシミュレーションのために用いたパラメータは、5.70マイクロメートルのセル・ギャップ「d」、4.0ボルトのオン時の駆動電圧、0.9ボルトのオフ時の電圧、及び互いに平行でありかつ電極105に接する第1のバフ域に対して垂直な透過軸をもつ直線偏光板103と112である。図5から明らかなように、法線方向（垂直視角0°、水平視角0°）におけるコントラスト比は、約30:1にすぎない。さらに、水

平視角 0° の軸を上下に(例えば、水平視角 0° で垂直視角が -40° から 40° まで)移動しても、このコントラスト比が約 $30:1$ を越えることはなく、そして垂直視角約 7° と約 -15° において急激に $30:1$ 以下に落ちている。このグラフは、双ピークの効果を示しており、このことは、法線方向ではコントラスト比が劣っているが、法線の両側の水平方向では改善されていることを意味する。言い替えると、垂直視角 0° で水平視角 30° におけるコントラスト比は約 $130:1$ であり、垂直視角 0° で水平視角 -30° におけるコントラスト比は約 $110:1$ である。この図5のグラフから明らかなように、 630 nm の赤色波長が遅延膜のない図4の画素に入射すると、実質的に法線方向の視角、及び水平視角が 0° の周囲の全垂直視角において大きく損失を被る。

【0031】図6は、遅延膜111のないときの、 550 nm の緑色光波長に対する図4の画素の効果を示したコンピュータ・シミュレーションのグラフである。このシミュレーションのために用いたパラメータは、 $5.70\text{ }\mu\text{m}$ のセル・ギャップ「d」、 4.0 V のオン時の駆動電圧、 0.9 V のオフ時の電圧、及び電極105に接する第1のパフ域に対して垂直な透過軸をもつ互いに平行な直線偏光板103と112である。従来の画素である図4のセル・ギャップ「d」は、このシミュレーションで用いられた 550 nm の緑色波長の第1の透過最小値に一致しているので、法線方向(垂直視角 0° 、水平視角 0°)のコントラスト比は、約 $200:1$ で非常によい。 $30:1$ のコントラスト比の曲線は、水平軸 0° に沿って垂直視角約 -27° から約 $+30^\circ$ まで延びており、これによって、水平軸 0° に沿った範囲を約 57° まで広げている。さらに、この $30:1$ のコントラスト比の曲線は、垂直軸 0° に沿って水平視角約 -37° から約 $+37^\circ$ まで延びており、これによって、垂直軸 0° に沿った水平範囲を約 74° まで広げている。緑色についての図6のコントラスト比の曲線は、図5のそれよりも格段に優れている。なぜなら、図4の画素のセル・ギャップ「d」は、緑色についての第1の透過最小値には一致しているが、赤色についての第1の透過最小値よりも小さいからである。同様に、図4の画素のセル・ギャップは、緑色の第1の透過最小値には一致しているが、青色について必要なセル・ギャップよりも大きいために、後述する図7の青色についてのコントラスト比のグラフは、図6の緑色についてのグラフよりも劣っている。

【0032】図7は、遅延膜のない場合の 480 nm の青色光波長についての図4に示した画素の効果を示すコンピュータ・シミュレーションのグラフである。このシミュレーションのために用いたパラメータは、 $5.70\text{ }\mu\text{m}$ のセル・ギャップ「d」、 4.0 V のオン時の駆動電圧、 0.9 V のオフ時の電圧、及

び電極105に接する第1のパフ域に対して垂直な透過軸をもつ互いに平行な直線偏光板103と112である。図7から明らかなように、図4の画素のセル・ギャップ「d」が青色についての第1の透過最小値に一致していないので、法線方向の青色波長のコントラスト比は、約 $40:1$ 以下であり劣っている。さらに、 $30:1$ のコントラスト比曲線が、水平軸 0° に沿って垂直視角約 -8° までしか延びていない。しかも、同じ $30:1$ のコントラスト比曲線の垂直軸 0° に沿う水平範囲が、わずかに約 -13° から $+13^\circ$ までしかない。当業者であれば、これが、極めて劣ったコントラスト比曲線であり、図4の従来の画素における問題点を示していることは自明であろう。

【0033】図8乃至図10は、コントラストのリターデーション値が 275 nm である遅延膜を備えた場合の、赤色、緑色、及び青色のそれぞれについての図4の従来の画素のコントラスト比曲線を示したコンピュータ・シミュレーションのグラフである。これらの3つのグラフは、オン時の電圧 4.8 V 及びオフ時の電圧 0.2 V を電圧パラメータとして用いている。図4の従来の画素内で 275 nm の遅延膜を利用することは、従来技術では考慮されていないが、後述する本発明の一実施例と比較する目的でこのシミュレーションのグラフでは遅延膜を用いている。

【0034】図8は、 275 nm の遅延膜を含む図4の従来の画素による、 630 nm の赤色光波長についてのコントラスト比を示している。法線方向のコントラスト比は、約 $30:1$ にすぎない。 $30:1$ のコントラスト比曲線は、水平軸 0° 上では垂直視角約 -35° と $+12^\circ$ のところに延びている。この赤色についての図8のコントラスト比曲線も、非常に劣ったものである。なぜなら、リターデーション値 275 nm の遅延膜を含む図4の画素は、赤色、緑色及び青色のそれぞれ異なる波長について補償をしないからである。従って、図4の画素のセル・ギャップは、緑色についての第1の透過最小値に一致しているために、赤色についての第1の透過最小値よりも小さく、その結果、赤色については法線方向及び他のほとんどの視角においてコントラスト比が図8に示すように非常に悪くなる。

【0035】図9は、コントラストのリターデーション値が 275 nm である遅延膜を備えた場合の、 550 nm の緑色光波長についての図4の画素のコントラスト比を示すコンピュータ・シミュレーションである。 $5.70\text{ }\mu\text{m}$ のセル・ギャップが緑色の第1の透過最小値に一致しているので、得られるコントラスト比曲線は図9のように極めて良好である。法線方向のコントラスト比は、約 $270:1$ であり、一方 $30:1$ のコントラスト比曲線は、水平視角 0° と垂直視角 0° の双方の軸からなくなっている。前述のとおり、図4の画素が緑色についてこの優れたコントラスト比を示す理由は、

画素のセル・ギャップが、緑色についての第1の透過最小値に一致しているからであり、さらに、遅延膜もまた緑色固有の275nmのリターデーション値を有するからである。

【0036】図10は、図4の従来の画素を通過する480nmの青色光波長についてのコントラスト比のコンピュータ・シミュレーションのグラフである。図10から明らかなように、セル・ギャップ「d」は、青色についての第1の透過最小値に一致していないので、コントラスト比はよくない。例えば、法線方向においては、コントラスト比が約30:1にすぎない。この30:1のコントラスト比曲線は、垂直視角0°に沿って水平方向に約-26°から+26°まで広がっている。さらに、30:1のコントラスト比曲線は、水平視角0°に沿って垂直視角が僅かに-9°までしか延びていない。従って、図4の従来の画素では、青色波長に対して水平方向にも垂直方向にも劣ったコントラスト比しか得られないことが明らかである。

【0037】もし、全ての色について良好なコントラスト比で表示しかつ図1に示したマルチ・ギャップ構造を排除するような液晶ディスプレイの画素が提供されたならば、それは明らかに従来技術を前進させるステップとなる。

【0038】米国特許第5179457号では、液晶層と下側電極との間に配置された位相プレートを含む液晶ディスプレイが開示され、これによれば、位相プレートが、異なる位置において異なる複屈折量を有することにより、カラー・フィルタを用いないカラー・ディスプレイを創出している。この米国特許第5179457号では、このような位相プレートをカラー・フィルタと組合わせて利用することについては触れておらず、本発明とは異なるタイプの液晶ディスプレイを目的としている。

【0039】米国特許第5150237号では、液晶層と偏光板との間に配置された正の異常光屈折率をもつ一軸性媒体を利用する、電気制御複屈折(electrically controlled birefringence: ECB)形式の液晶ディスプレイが開示している。これによれば、異常光屈折率と一軸性媒体の厚さとの積が、表示される色の違いによって互いに異なっている。米国特許第5150237号のECBディスプレイは、本発明において説明するカラー・フィルタを用いるツイスト・ネマチック型の液晶ディスプレイを目的としたものではない。

【0040】米国特許第5250214号では、位相プレートと光学的カラー・フィルタ膜との組合せを開示しており、これによる位相プレートは、主な構成要素としてポリエステルをもつ液晶ポリマの膜を含む。米国特許第5229039号では、ポリイミドをベースとするカラー・フィルタを開示しており、これもまた配向膜として機能する。

【0041】上記の遅延素子とカラー・フィルタの双方

を用いる従来技術は、いずれもカラー・フィルタとして機能する1つの素子と、遅延素子として機能するもう1つの別個の素子とを利用している。もしこれらの2つの機能が、カラー・フィルタとしても遅延素子としても機能する単一の素子によって実現されるならば、長い間の要望が満たされるであろう。

【0042】本明細書で用いられる用語「内側」は、素子の表面又は側面を表すためのもので、液晶材料に最も近い側又は表面を意味する。

10 【0043】用語「リターデーション値」は、遅延膜又は遅延プレートの「 $d \cdot \Delta N$ 」を意味し、ここで「d」は膜の厚さであり、「 ΔN 」は膜の複屈折である。定められる値は、膜の複屈折に依存して正の場合も負の場合もある。

【0044】用語「時計回り」及び「半時計回り」は、観察者の側から液晶ディスプレイを見たとした場合のものである。

【0045】本明細書で用いられる用語「第1の」は、基板、偏光板、電極、パフ域、及び配向膜を表すときにのみ用いられるが、表された素子が液晶材料の入射光側にあることを意味する。又は言替えるならば、観察者とは反対側の液晶材料層の面側にあるものを指す。

【0046】本明細書で用いられる用語「第2の」は、基板、偏光板、電極、パフ域、及び配向膜を表すときにのみ用いられるが、表された素子が液晶材料層の観察者側にあることを意味する。

【0047】本明細書中の用語「水平視角」(又は、 X_{Ang})及び「垂直視角」(又は、 Y_{Ang}) (図24参照)は、次の式によって汎用的な液晶ディスプレイの角度 ϕ 及び θ に変換することができる。

$$\begin{aligned}\tan(X_{Ang}) &= \cos(\phi) \cdot \tan(\theta) \\ \sin(Y_{Ang}) &= \sin(\theta) \cdot \sin(\phi) \\ \cos(\theta) &= \cos(Y_{Ang}) \cdot \cos(X_{Ang}) \\ \tan(\phi) &= \tan(Y_{Ang}) \div \sin(X_{Ang})\end{aligned}$$

図24は、これら4つの異なる角度の間の関係を示している。

【0048】

【発明が解決しようとする課題】以上により、マルチカラー液晶ディスプレイの画素の技術において、各色についてセル・ギャップ「d」を調整する必要があるマルチ・ギャップを排除しかつ各色の波長を補償できる技術が要求されており、それによって各特定の色についての視角及びコントラスト比を改善し、いろいろな視角における異なる色についてのばらつきのある色漏れを本質的に排除することが求められていることが明らかとなった。さらにまた、光学的遅延素子としてもカラー・フィルタとしても機能する単一の素子も技術的に求められている。

【0049】

【課題を解決するための手段】本発明は、液晶ディスプ

レイにおいて使用するツイスト・ネマチック画素を提供することによって上記の技術的要請を満たすものである。この画素は、第1のカラー・フィルタと第1の遅延膜とを備える第1の副画素と、第2のカラー・フィルタと第2の遅延膜とを備える第2の副画素とを有し、前記第1及び第2の遅延膜は互いに異なるリターデーション値をもち、かつ前記第1及び第2のカラー・フィルタは互いに異なっている。

【0050】本発明の好適例においては、第1及び第2の遅延膜及び各々のリターデーション値は、各副画素の色によって選択され、かつその画素はさらに、第3のカラー・フィルタと第3の遅延膜を備える第3の副画素を含む。第3の遅延膜のリターデーション値は、第1及び第2の遅延膜のリターデーション値とは異なっている。

【0051】本発明のさらに好適な例では、第1及び第2の遅延膜が、第1及び第2のカラー・フィルタ上にそれぞれ直接配置されており、これらのカラー・フィルタは基板上に置かれている。そしてこの基板は、これらのカラー・フィルタと偏光板との間に置かれている。本発明の他の好適例では、画素が、基板と偏光板との間にさらに遅延層を備えており、この遅延層は実質的に一定のリターデーション値をもっている。

【0052】本発明の別の好適例では、画素が、約10マイクロメートル以下の厚さの液晶層を備えている。

【0053】本発明のさらに好適な例では、第1及び第2の遅延膜が、同じ材料からなりかつ実質的に異なる厚さを有し、そして第1及び第2の遅延膜が、第1及び第2のカラー・フィルタ上に各々スピン・コーティングされている。

【0054】本発明のさらに別の好適例では、第1のカラー・フィルタと第1の遅延膜とが、1つの一体化した形のポリマベースの素子に組込まれており、この素子は、カラー・フィルタとしても遅延素子としても機能する。そしてこの1つの一体化した形のポリマベースの素子は、カラー・フィルタ染料を可溶性ポリマ中へ溶解させるか又は液浸させることによって形成されることにより、1つの一体化した形の素子を創出し、カラー・フィルタとしても遅延素子としても機能する。

【0055】本発明のさらに好適な例では、第1及び第2の遅延膜が、互いに実質的に平行な光学軸を有する。

【0056】本発明のさらに好適な例では、第1及び第2の遅延膜が、互いに実質的に平行でない光学軸を有し、かつこれらの膜が、各副画素の色の波長によって選択される。本発明のさらに好適な例では、第1のカラー・フィルタは赤色のカラー・フィルタであり、第2のカラー・フィルタは緑色のカラー・フィルタであり、そして第1の遅延膜のリターデーション値は約250乃至350nmであり、第2の遅延膜のリターデーション値は約225乃至325nmである。本発明の好適な例で

は、第1の遅延膜のリターデーション値が約300乃至325nmであり、第2の遅延膜のリターデーション値が約265乃至285nmであり、そして画素が、第2の副画素の色の波長の第1の透過最小値に実質的に一致する厚さをもつ液晶層を備えている。

【0057】さらに本発明は、液晶ディスプレイにおいて使用する画素を提供することによって前述の技術的要請を満たすものである。この画素は、第1の光学軸を含み第1の遅延手段を備える第1の副画素と、第2の光学軸を含み第2の遅延手段を備える第2の副画素とを有し、そして第1の光学軸と第2の光学軸は、異なる方向に向いている。

【0058】本発明のさらに好適な例では、第1及び第2の遅延手段が遅延膜を含む。

【0059】本発明のさらに好適な例では、第1及び第2の遅延手段が、少なくとも実質的に、部分的に共通平面であり、各副画素の色によって異なる方向が選択される。

【0060】本発明のさらに好適な例では、画素が、第1及び第2の透明基板と、第3の副画素とを有し、上記第1及び第2の遅延手段が、上記第1と第2の透明基板の間に置かれている。本発明のさらに好適な例では、第1の遅延手段の第1の光学軸が、第2の遅延手段の第2の光学軸の向きよりも少なくとも2°異なる方向を向いている。

【0061】本発明のさらに好適な例では、第2の光学軸の方向が、液晶層の第1の面上に置かれた第1の配向手段のバフ処理方向に対して実質的に平行であり、そして光は、先ず液晶材料と第1の配向手段との間の界面において液晶層に入るように照射される。

【0062】本発明は、液晶ディスプレイにおいて使用するマルチカラー画素を提供することによって前述の技術的要請を満たすものである。このマルチカラー画素は、第1の基板上の第1の偏光板と、画素の観察者側の第2の基板上の第2の偏光板と、第1の偏光板と第2の偏光板との間に置かれた液晶層と、光線の異なる所定の色すなわち波長を透過するために各々異なる光学カラー・フィルタを備えた第1及び第2の副画素とを有し、第1の副画素は、第1の所定のリターデーション値をもつ第1の遅延手段を含み、そして第2の副画素は、第1の所定のリターデーション値とは異なる第2の所定のリターデーション値をもつ第2の遅延手段を含み、さらに第1及び第2の遅延手段は、第1の基板と第2の基板との間に置かれている。

【0063】本発明のさらに好適な例では、第1及び第2のリターデーション値が、第1及び第2の副画素の異なる色によって選択され、そして第1の副画素が赤色カラー・フィルタを有し、第2の副画素が緑色カラー・フィルタを有する。本発明のさらに好適な例では、液晶層が、ツイスト・ネマチック型でありかつ第1の基板と第

2の基板との間に置かれており、そしてカラー・フィルタは第2の基板上に配置され、液晶層はこれらのカラー・フィルタと第1の基板との間に置かれている。

【0064】本発明の別の好適例では、画素がさらに、第1及び第2の遅延手段上に配置された透明電極膜を備えており、これによってカラー・フィルタと遅延手段とが、この透明電極と第2の基板上との間に置かれる。さらに、上記透明電極上にラミネートされた配向膜を備えており、これによって液晶層がこの配向膜と第1の基板との間に置かれる。

【0065】本発明のさらに好適な例では、第1の遅延手段が、第1の厚さをもつ光学的補償膜すなわち遅延膜を備えており、第2の遅延手段が、第1の厚さとは異なる第2の厚さをもつ光学的補償膜すなわち遅延膜を備えており、第2の遅延手段は、第1の遅延手段よりも大きいリターデーション値を有する。

【0066】本発明のさらに別の好適例では、双方の遅延手段のリターデーション値が負であり、かつ第1と第2の偏光板が直交していることによって、常白色画素を創出する。本発明のさらに好適な例では、双方の遅延膜のリターデーション値が正であり、かつ第1と第2の偏光板が平行であることによって常黒色画素を創出する。

【0067】本発明のさらに別の好適例では、液晶材料が、オフ状態において約90°のねじれを有している。さらに好適な例では、第1及び第2の遅延手段が、1つの光学的補償膜すなわち遅延膜のみを備えており、そしてこの光学的補償膜は、その膜の厚さを規定するべく上側に階段状の面をもつ。さらに好適な例では、画素が、第2の基板と第2の偏光板との間にラミネートされた第3の遅延手段を備えている。

【0068】本発明のさらに好適な例では、画素が、常黒色画素である。別の好適例では、画素が、常白色画素である。

【0069】本発明のさらに好適な例では、第1及び第2の遅延膜が、いずれも正の複屈折値を有する。さらに別の好適な例では、第1及び第2の遅延膜が、いずれも負の複屈折値を有する。

【0070】本発明は、複数の画素を含む液晶ディスプレイを提供することによって前述の技術的要請を満たすものである。複数の画素は、液晶層を間に配置しかつ液晶層の両面に接する配向膜を設けた第1及び第2の偏光板と、液晶層に対して電圧を印加するための手段と、カラー・フィルタとしても光学遅延素子としても機能する1つのポリイミドベースの素子とを備えている。

【0071】一好適例では、ポリイミドベースの素子が、その中に液浸させた又は溶解させたカラー染料を含み、このポリイミドは、有機溶媒可溶性のポリイミド又はコポリイミド（ポリイミド共重合体）である。

【0072】本発明の好適例では、上記ポリイミドが、有機溶媒可溶性のホモポリイミドである。

【0073】本発明の好適例では、上記ホモポリイミドが、(i)無水ピロメリト酸(PMDA)と2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン(BTMB)、(ii)3,3',4,4'-無水ベンゾフェノンテトラカルボキシル酸(BTDA)と2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン(BTMB)、(iii)4,4'-無水オキシジフタル酸と2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン(BTMB)、(iv)3,3',4,4'-無水ジフェニルステトラカルボキシル酸(DSDA)と2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン(BTMB)、(v)3,3',4,4'-無水ビフェニルテトラカルボキシル酸(BPDA)と2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン(BTMB)、(vi)2,2'-無水ビスジカルボニルフェニルヘキサフルオロプロパン(6FDA)と2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン(BTMB)からなる群から選択される。

【0074】本発明は、液晶ディスプレイの画素内でカラー・フィルタとしても遅延素子としても機能するポリイミドベースの素子を含むような液晶ディスプレイの画素を作製する方法を提供することによって、前述の技術的要請を満たすものである。この作製方法は、a) (i)ホモポリイミド、(ii)コポリイミドからなる群から選択される有機溶媒可溶性のポリイミドを選択するステップと、b) カラー染料を上記ポリイミド中に液浸させるステップと、c) 上記の得られたポリイミドベースの素子が、液晶ディスプレイの画素中でカラー・フィルタとしても遅延素子としても機能するべく、上記素子を液晶ディスプレイの画素に設置するステップとを有する。以下に、本発明を図とともに説明する。

【0075】

【実施例】図11は本発明による液晶ディスプレイ画素の第1の実施例の構造を示す概略図である。図11に示した背面Xバフ処理した常黒色画素は、第1の偏光板202、第1のバフあるいは配向膜204、第2の配向膜206、個別化した単軸の青色遅延膜208、固化した単軸の緑色遅延膜210、固化した単軸の赤色遅延膜212、青色カラー・フィルタ214、緑色カラー・フィルタ216、赤色カラー・フィルタ218、および第2あるいは出口偏光板220等から成る。この第1の実施例の遅延膜は正の複屈折および遅延値を有し、一軸性である。それらの遅延膜は市販されており、例えばNitro Corp., (日本)、あるいはNitroDenko America, Inc., New Brunswick, (米国、ニュージャージー州)により販売されているモデル番号NRF-RF315の315nm遅延膜などがある。

【0076】液晶層(図示せず)が第1の配向膜204と第2の配向膜206の間にサンドイッチされており、ここではその液晶層は電圧を印加されておらず、入射光を約82°から100°ねじる。第1の基板(図示せず)が第1の直線偏光板202と第1の配向膜204間に設けられている。この第1の基板と第1の配向膜20

4の間には第1の電極層(図示せず)をラミネートしてある。第2の基板(図示せず)はカラー・フィルタと第2の直線偏光板220間にサンドイッチするのが望ましい。さらに、第2の電極層(図示せず)を第2の配向膜206と赤色、緑色、青色の遅延膜間に設けるのが望ましい。

【0077】第1、第2の直線偏光板202、220はA0方向で互いに平行で常黒色画素を構成する透過軸を有する。第1の配向膜204は、直線偏光板202、220の透過軸にはほぼ直交する方向に配向あるいはパフされ、配向膜204に接した液晶層の分子をB1方向に配向を行うための第1のパフ域を形成する。第2の配向膜206は、B1方向にほぼ直交してA0方向にほぼ平行なパフあるいは配向方向を有しており、膜206に隣接した液晶分子を直線偏光板202、220の透過軸に平行な方向に配向を行うことになる。この実施例の液晶物質は左旋性で、そこを通過する光を時計方向にねじる。

【0078】図11に示した第1の実施例の液晶(図示せず)は約5.70 μ mの厚さを有し、550nmの緑色波長の第1の透過最小値に合わせられている。従って、液晶層の厚さdは630nmの赤色波長の第1の透過最小値より小さく、480nmの青色波長の第1の透過最小値より大きい。

【0079】第1の実施例の常黒色画素は以下のような光学的作用を有する。青色、緑色、赤色波長を有する通常の入射白色光201は、初めに第1の直線偏光板202を進み、A0方向に直線偏光される。光線201が第1の直線偏光板202で偏光された後、第1の透明基板(図示せず)および第1の電極層(図示せず)を進む。第1の電極層を伝搬の後、この直線偏光された光線は通常光線として(異常光線とは対照的に)液晶層(図示せず)に入る。配向膜204の第1のパフ域が第1の偏光板202の透過軸にほぼ直交しているため、液晶層に入った光線は通常光線である。

【0080】光線が第1の配向膜204に達すると、第1の配向膜204のパフ方向B1にほぼ直角のA0方向に、その光線は偏光される。第1、第2の配向膜204、206のパフ方向の直交配向により、オフ状態の液晶物質により光線が通過する際に約82°から100°の幅でねじられる。第1、第2の配向膜204、206のパフ方向から分かるように、青色、緑色、赤色光線の偏光方向は左旋性の液晶物質により時計方向にねじられ、液晶物質の出口端に光線が達する時にはB0方向に±約8°以下に偏光され、さらに第2の配向膜206を進む。

【0081】液晶物質のセル・ギャップdが緑色波長の第1の透過最小値に合わせられているので、その液晶物質を通過する光の法線方向入射緑色波長は、時計方向に約90°ねじられ、緑色固有の遅延膜210に達する時にはB0方向に偏光される。セル・ギャップdは480

nmの青色波長の第1の透過最小値より大きいので、その液晶物質により法線方向入射青色波長は90°より大きく(例えば、92°から100°)の範囲にねじられる。この実施例の青色遅延膜がなければ、青色光線の過剰にねじられた部分は画素がオフ状態の時、第2の偏光板を洩れ抜けてしまう。したがって、光の青色波長が青色固有のあるいはパターン化遅延膜208に達する時にはB0方向に偏光されず、B0方向にたいして時計方向に回転したP0方向に偏光される。

10 【0082】同様に、セル・ギャップdは約630nmの赤色波長の第1の透過最小値より小さいので、その液晶物質により法線方向入射赤色波長は約82°から88°の範囲にのみねじられ、赤色固有遅延膜212に達する時にはB0方向に偏光されない。そのかわり、赤色光線はB0方向にたいして反時計方向に回転したP0方向に偏光される。

【0083】色別遅延膜を通過した入射光は青色、緑色、赤色のフィルタ214、216、218に進み、最終的にそのフィルタを通過した後、入射光はユーザ側にある、第1の直線偏光板202の透過軸に平行な透過軸を有する第2の(出口)偏光板220に達する。青色、緑色、赤色波長を有する法線方向入射光は、この時点で画素がオフ状態と仮定すると、B0方向に偏光されることになり、第2の直線偏光板220に吸収され、暗い状態(オフ状態)の画素を作り出し異なった視点からの異なった色の洩れを除去することになる。

【0084】液晶物質に可変電圧を選択的に印加することにより、従来のNBツイスト・ネマティック液晶表示画素のように、データがこの第1の実施例のNB画素を介して表示される。この液晶物質に電圧を印加すると、液晶分子は電圧の強さにより電界の方向に直線に並び、ねじれ効果は生じないので、第2の直線偏光板220に達する時にA0方向に光を偏光させることになる。第2の直線偏光板220でA0方向に偏光した光はそれを透過して、カラーディスプレイを作り出す。

【0085】この第1の実施例の色別遅延膜208、210、212は全て、異なったリターデーション値(d・ΔN)を有し、半波長の遅延板を有するカラー副画素を設けて各リターデーション値を選択する。つまり、赤色波長は630nmなので、赤色遅延膜212のリターデーション値は約315nmとなる。同様に、緑色波長は550nmなので、緑色遅延膜210のリターデーション値は約275nmとなり、青色波長は480nmなので、青色遅延膜208のリターデーション値は約240nmとなる。それゆえ、各カラー副画素用の遅延膜は副画素のカラー波長に基づいて選択した異なったリターデーション値を有する。

【0086】この実施例では、青色遅延膜208は約240nmで最も低いリターデーション値を有し、赤色遅延膜212は約315nmで最も高いリターデーション

値を有する。しかし、本発明の他の実施例では、この例を必ずしも必要とせず、例えば、青色遅延膜は緑色および赤色遅延膜より高いリターデーション値を有してもよい。さらに、当業者に公知のように、本発明の別の実施例は赤色、緑色、青色ではない色の組合せを用いて行うこともある。

【0087】本発明の別の重要な特徴は、遅延膜208、210、212の各々の光学軸の配向である。本発明のこの実施例では、この液晶層のセル・ギャップdが緑色波長の第1の透過最小値に合わせてあり、光の緑色波長がこの液晶層によって約90°ねじられるので、緑色遅延膜210はB₀方向に略平行な方向に配向した光学軸R_cを有する。

【0088】しかし、この液晶層のセル・ギャップdが青色波長の第1の透過最小値より大きく、青色光線が約90°より大きい範囲にねじられるので、青色遅延膜208は、遅延膜208に青色光が到達する時の青色光の偏光方向P_sと第1のパフ方向B₁に平行なB₀方向の中間点であるR_s方向に配向した光学軸を有する。P_s方向とB₀方向の中間点の方向で青色遅延膜208の光学軸R_sを配向し、青色波長の約2分の1に等しいリターデーション値を有する青色遅延膜208を設けることによって、液晶物質による青色光のいわゆる過剰ひねりを補償し、遅延膜208は青色光が遅延膜208を進んだ後、青色光の偏光方向をP_s方向からB₀方向に略平行な方向に戻す役目をする。

【0089】本発明の第1の実施例では、液晶物質は青色波長を約100°ねじり、そして青色遅延膜208の配向軸R_sはB₀方向に対して時計方向に約5°の方向で配向させられる。したがって、青色遅延膜208の補正機能の結果として、青色光と緑色光が青色と緑色のカラー・フィルタ214、216に入る際に、その両方の偏光方向は互いにはほぼ平行である。

【0090】同様に、液晶層の厚さdが630nmの赤色波長の第1の透過最小値より小さいので、法線方向入射の赤色光線がその液晶層を通過する際に、液晶物質により約90°より小さい範囲（例えば、82°から88°）にねじられる。赤色光線が赤色遅延膜212に達する時の赤色光の偏光方向P_rは、B₀方向に対して反時計方向に回転させられるか配向させられる。約315nmのリターデーション値を有する赤色遅延膜212は、赤色光が液晶物質を出る際の赤色光の偏光方向P_rと第1の配向膜204のパフ方向B₁に平行なB₀方向の中間点であるR_r方向に配向した光学軸を有する。この実施例では、赤色光の遅延以前の実際の偏光方向P_rはB₀方向に対して反時計方向に約8°、遅延膜の光学軸方向R_rはB₀方向に対して反時計方向に約4°である。

【0091】適切な半波長のリターデーション値（この実施例では315nm）と、B₀方向とP_r方向の中間点で配向した光学軸R_rを有する赤色遅延膜212を設け

ることにより、赤色波長の偏光は遅延膜212を出る際にその遅延膜212によりB₀にほぼ平行な方向に変えられる。

【0092】それゆえ、青色、緑色、赤色波長の各々の偏光方向は、それぞれが遅延膜を出て、カラー・フィルタ214、216、218に入る際には互いにはほぼ平行である。これは、上記したように、各色の波長に応じて選択したリターデーション値を有する各遅延膜を設け、その遅延膜の光学軸を適切な方向に配向することにより達成される。この実施例の種々の遅延膜にたいし固有のリターデーション値を適切に選択し、各副画素の波長に応じて光学軸を配向することにより、種々の視角における異なった色の洩れをほとんどなくすることができる。これは、以下に説明する図13から図15に示すように、同一の視角における各副画素の視界をほぼ1列に並べることにより得られる。

【0093】セル・ギャップdは各色の副画素の第1の透過最小値に合わせる必要はないことは、当業者には理解されることである。この場合、各遅延膜は本発明の教示するところにより、こうした構成を補正するように配列させることができる。

【0094】もちろん、本発明の第1の実施例は、光線を反時計方向にねじる右旋性の液晶物質を用いて行うことも可能である。その場合には、R_sとP_s方向をB₀に対して時計方向に配向し、R_sとP_s方向をB₀に対して反時計方向に配向させる。すなわち、赤色遅延膜と青色遅延膜の光学軸はB₀軸あるいはB₀方向を中心にほぼ鏡面对称である。

【0095】さらに、本発明の第1の実施例は、第1、第2の偏光板がそれぞれどちらかの方向に約90°回転させて、前面X-パフNB画素を形成して、同様に優れた結果を生み出す。

【0096】図12は図11に示した本発明の第1の実施例の青色遅延膜208の拡大図を示す。図12から分かるように、B₀方向は第1の配向膜204のパフ方向B₁に平行であり、直線偏光板202、220の透過軸方向A₀に直角である。B₀方向は、緑色光が液晶物質を出てその遅延膜210に達する際の緑色偏光方向、および緑色遅延軸R_cに平行である。P_s方向は青色光が液晶物質を出て青色遅延膜208に達する際の実際の青色偏光方向である。本発明の第1の実施例によれば、青色遅延膜208の光学軸R_sは、B₀方向とP_s方向の中間方向に配向させるように選ばれる。この方向での青色遅延膜軸R_sの配向は、青色光が遅延膜208を通過する際の青色光の偏光方向をP_s方向から、青色光が遅延膜208を出て青色カラー・フィルタ214に進む際のB₀方向に略平行となるように変化させる役目をする。

【0097】本発明の第1の実施例に記載の素子の光学配向および光学値は、もちろん、本発明の他の実施例（たとえば、第2、第4、第5、第6、第7、第8実施

例)で示される構造と組み合わせることも可能である。

【0098】図13から図15は、図11、図12で説明した本発明の第1の実施例から得たコントラスト比を示すコンピュータ・シミュレーションのグラフである。

【0099】図13は、セル・ギャップ d が $5.70\mu\text{m}$ で、波長 550nm で緑色光の第1の透過最小値に合わせた、 630nm の赤色波長にたいするコントラスト比の曲線を示している。このグラフは、また、オン電圧 4.0V 、オフ電圧 0.2V 、リターデーション値 315nm を有する赤色遅延膜と、 B_0 方向に対して反時計方向に 4° 回転あるいは配向した赤色遅延膜の軸方向 R_0 等を含むパラメータを使用している。図13の赤色波長にたいするコントラスト比のグラフから分かるように、通常時(垂直 0° 、水平 0°)のコントラスト比は約 $110:1$ から $120:1$ である。水平軸 0° に沿って、コントラスト比 $30:1$ の曲線が 40° を超えた垂直視角に向け上方に展開し、約 -33° の垂直視角に向け下方に展開している。これは、もちろん、図5および8に示した赤色光にたいするコントラスト比曲線の大幅な改良である。この改良は本発明の第1の実施例の赤色リターデーション値と配向軸を有する赤色遅延膜の結果である。また、図13のコントラスト比グラフから分かるように、 0° の垂直軸に沿ったコントラスト比は -60° と $+60^\circ$ の両方の水平角を通じて $100:1$ より大きい。これは、また、図5および8に示した赤色光にたいするコントラスト比曲線の大幅な改良である。

【0100】図14は、図11、図12で説明した本発明の第1の実施例から得た波長 550nm の緑色光のコントラスト比を示している。図14のコンピュータ・シミュレーションのグラフは、セル・ギャップ d が $5.70\mu\text{m}$ で、リターデーション値 275nm を有する緑色遅延膜と、2つの直線偏光板 202 、 220 の透過軸方向 A_0 に対して直角な B_0 方向に伸びる緑色遅延膜の光学軸方向 R_0 、オン電圧 4.0V 、オフ電圧 0.2V 、等を含むパラメータを使用している。第1の実施例の液晶ディスプレイのセル・ギャップ $5.70\mu\text{m}$ が緑色光の第1の透過最小値に合わせてあるので、図14のグラフは図9のグラフに類似している。

【0101】しかし、セル・ギャップは各色の副画素の第1の透過最小値に合わせる必要はないことは、当業者には理解されている。この場合には、これを補償するための一方法は、第1の透過最小値に合わせないセル・ギャップを補償するように回転させた第1の実施例の遅延膜光学軸の配向を与えることである。

【0102】図14から分かるように、本発明の第1の実施例の緑色波長のコントラスト比は、両 0° 軸に沿ってグラフを展開する $30:1$ のコントラスト比を有し、通常で約 $270:1$ である。これは図6の緑色コントラスト比曲線のかなりの改善である。

【0103】図15は、図11、図12で説明した本発明の第1の実施例から得た青色波長のコントラスト比曲線を示している。このグラフのパラメータは図13、14のグラフに関して説明したものと同じである。青色波長にたいして、通常時のコントラスト比は約 $220:1$ であり、これは図7、図10に示した通常時の青色波長のコントラスト比の大幅な改良である。 0° の水平視角軸に沿って、 $30:1$ のコントラスト比曲線がグラフの上方 40° を超えて伸び、下方へは約 -38° の垂直視角に伸びている。 0° の垂直軸に沿って、 $30:1$ のコントラスト比曲線が約 -48° の水平視角から $+56^\circ$ に伸びている。これも図7、図10に示した通常時の青色波長のコントラスト比の大幅な改良である。

【0104】図13から図15のコントラスト比のグラフから分かるように、3色全てのコントラスト比曲線は、通常時に高いコントラスト比を有しており、3色全ての $30:1$ コントラスト比は水平、垂直全ての方向に大幅に広がる等、極めて良好である。これは、通常の視角を含んだ様々な視角での様々な色の洩れを実質的になくすことになる。というのは、3色全ての視界の高コントラスト比は、角度的に互いにほぼ直線になっているからである。図11、12に示したように本発明のある実施例がセル・ギャップ d を多色光の第1の透過最小値に合わせる必要をなくすことが可能で、しかも、すべての必要な色にたいする優れたコントラスト比の曲線を提供可能であるから、これは従来技術を大幅に改善するものである。この第1の実施例は図1に示されたマルチ・ギャップ構造の必要性をなくし、各副画素用に設けた遅延膜のリターデーション値や配向を固有化したりあるいはパターン化することにより、各色の波長に対する補償をおこなう。

【0105】このコンピュータ・シミュレーションや本発明のある実施例で使用された色の波長は単に例示したものであり、当業者であれば本発明の実施例が様々な色の波長を使用して実施できることは容易に理解できる。

【0106】図16は、本発明によるツイスト・ネマチック液晶ディスプレイ(TNLC)画素の第2の実施例を示す断面図である。本発明のTNLCは、以下に説明する偏光板の配向により通常黒色あるいは通常白色のどちらかである。液晶物質は通常入射光線を約 80° から 270° 、望ましくは約 82° から 100° の範囲でねじる。光源からの光線30はこの液晶ディスプレイ画素に照射される。

【0107】この照射された光線30は通常、単一の白色光であり、この白色光源は図16に示した画素の各副画素を介して光を照射する。画素31は赤色副画素、緑色副画素、青色副画素を有する。しかし、画素の特定の用途により各副画素の色を選択して、様々な色の副画素を多めあるいは少なめに使用することができる。光線30は、初めに第1の直線偏光板32を通過する。第1の

直線偏光板32を通過後の光線は、次に第1の透明基板34を通過する。この透明基板34は、例えば、ガラス、石英、プラスチックなどを主として構成され、望ましくはガラスである。

【0108】そして、光線30は画素電極を内部に有する透明アクティブ・マトリックス36を通過する。アクティブ・マトリックス36は、図1に示したような部材18a、18b、18cによる例で示された各副画素に対応した電極を内包する。アクティブ・マトリックス36とその中の画素電極は、光線30を透過させるように透明である。

【0109】さらに、光線は第1の透明基板34と第2の透明基板40にサンドイッチされたツイスト・ネマチック液晶層38に進む。液晶層38の厚さdは、約10μm未満が望ましく、約5から7μmが最も望ましいが、本発明ではいかなる厚さdも使用できる。たとえば、いかなる厚さのスーパーツイスト液晶ディスプレイ・セルも使用できる。この実施例の液晶層38は、画素がオフあるいは非励起状態にあるときに偏光放射を約82°から100°の範囲でねじるのが望ましい。ねじりの程度はバフ域（図示せず）の配向、液晶物質の厚さd、および、ねじられる光の波長によって決まる。

【0110】第1の基板34の内側面には、ITO画素電極を内包した上記のアクティブ・マトリックス36を設けてある。これらの電極は、画素電極を選択的に励起するためにマトリックス配列にした薄膜トランジスタ（図示せず）に接続するのが望ましい。これら薄膜トランジスタはスイッチとして働く。アクティブ・マトリックス36内の電極は、画素31の各副画素の液晶物質38に可変電界を選択的に印加し、選択したデータ画像を表示可能とする。本発明のアクティブ・マトリックスLCDを駆動するための駆動機構は公知であり、例えば米国特許第4855724号および米国特許第4830468号に記載があり、これらは本願の引例として記載する。

【0111】本発明の種々の実施例も、ダイオード等により駆動される液晶ディスプレイと組み合わせ、液晶ディスプレイがアクティブ・マトリックス型かどうかかわりなく作動する。プラズマ・アドレスの液晶ディスプレイも本発明のある望ましい実施例とともに使用することができる。

【0112】本発明の第2の実施例では、青色の光学フィルタ42を青色副画素に設け、緑色の光学フィルタ44を緑色副画素に設け、赤色の光学フィルタ46を赤色副画素に設ける。このカラー・フィルタ42、44、46は、この実施例では第2のガラス基板40の内側表面に接着させられている。各副画素のカラー・フィルタの内側面には、各副画素の色の波長により選択した色に固有の遅延膜50、52、54が設けられている。

【0113】青色光学フィルタ42上に設けた青色副画

素遅延膜50は、リターデーション値と、必ずしも必要ではないが、望ましくは青色の光学波長により選択した配向軸方向を有す。緑色副画素遅延膜52は緑色光学フィルタ44の上に設け、公知の緑色の光学波長により選択したリターデーション値と配向軸方向を有する。赤色フィルタ46上に設けた赤色副画素遅延膜54は複屈折値およびリターデーション値、そして赤色波長に基づき選択された配向軸方向を有している。

【0114】本発明のある実施例では、遅延膜の配向軸は互いにほぼ平行であるが、他の実施例では本発明の第1の実施例のように互いに平行ではない。

【0115】液晶ディスプレイ技術者には公知であるように、赤色、緑色、青色の光学放射30は異なった波長(λ)を有す。従って、上記したように、液晶層38が各波長に影響を及ぼすか、異なった範囲に遅延させるので、各副画素の遅延膜は各副画素の色波長にもとづいて選択する。

【0116】各副画素の遅延膜のリターデーション値および光学軸配向は、各色の異なった波長を補償するように選択される。この遅延膜の波長補償は図1のマルチ・ギャップ法の必要性を排除する。したがって、本発明の遅延膜は異なった波長の異なったねじり及び遅延を補償する。

【0117】また、本発明の実施例では青色副画素の遅延膜50は、緑色副画素と赤色副画素の遅延膜52、54の値より小さい第1のリターデーション値を有する。同様に、本発明の実施例では緑色副画素の遅延膜52は、赤色副画素と青色副画素のリターデーション値とは異なる第2のリターデーション値を有し、本発明の実施例の赤色副画素の遅延膜54は赤色波長に基づき選択したリターデーション値を有し、それにより赤色遅延膜54のリターデーション値は青色および緑色副画素の遅延膜のそれぞれの複屈折値より大きい。したがって、本発明の実施例では、赤色副画素の遅延膜が最大のリターデーション値を有し、一方、青色副画素の遅延膜50が最小のリターデーション値を有する。もちろん、そのリターデーション値は厚さ、複屈折、あるいはその両方を調節することにより変えることができる。

【0118】遅延膜の結果として、液晶物質38の位相変換は、各色の第1の透過最小値にセルの厚さdを合わせる代わりに、遅延膜50、52、54の使用により各色の波長に実質的に合わせられる。遅延膜を介して各副画素の位相変換をその波長に合わせることににより、 $(d \cdot \Delta N) \div \lambda$ をセル・ギャップdを変化させることにより各波長の第1の透過最小値に合わせるマルチ・ギャップ配列（図1）の必要性は排除される。本発明の教示に従い、各波長の第1の透過最小値に $(d \cdot \Delta N) \div \lambda$ を合わせるGooch-Tarry法則は、複数の波長についての優れたコントラスト比を得るためには、もはや従う必要がない。

【0119】本発明の実施例における各々の副画素の各遅延膜のリターデーション値は、遅延膜50、52、54の全てに一種類の物質を使用すること、そして、異なったリターデーション値を作るためにその厚さを変化させることにより変えることができる。遅延膜物質の厚さを増加させると、膜のリターデーション値も増加する。従って、リターデーション値を増加させるには、ある遅延膜を単純に厚くする必要がある。

【0120】あるいは、本発明の実施例における各遅延膜50、52、54のリターデーション値は、異なった物質を使用することによって変えることもできる。異なった遅延物質は異なったリターデーション値を有することが知られているので、第1の物質を青色副画素の遅延膜50に使用し、第2の物質を緑色副画素の遅延膜52に使用し、第3物質を赤色副画素の遅延膜54に使用することができる。この第1、第2、第3物質は全て、各副画素の色に基づいて選択した異なった複屈折率および、あるいはリターデーション値を有する。

【0121】上記したように、各遅延膜あるいは遅延層の厚さは、各副画素の波長に基づき選択するその膜の必要な複屈折率によって決まる。

【0122】本発明の遅延膜に使用される物質に関して、正、負両方の複屈折遅延物質が公知であり、両方が本発明の実施例に使用できる。本願に引例として示した米国特許第4138474号は本発明の遅延膜として使用可能な複数の正、負の複屈折遅延物質を開示している。また、引例として示した米国特許第5071997号も、置換ベンジジンから得た可溶性ポリイミドおよび共重合イミド類、および芳香族二無水物、および負の複屈折を有する遅延膜を形成する際に使用可能な他の芳香族ジアミン類を開示している。米国特許第5071997号の可溶なポリイミドをカラー・フィルタ上に、あるいは本発明の実施例の他の適切な層上に直接スピン・コーティングを行うこともできる。このスピン・コーティングは、ホトリソグラフのような従来の液晶ディスプレイ製造技術と組み合わせて使用するのが望ましい。あるいは、スピン・コーティングの代わりに毛細管コーティングが使用可能である。

【0123】図16に示した遅延膜50、52、54の内側表面へ、各カラー部品あるいは画素31の副画素用の第2の電極として機能する透明導電性電極（図示せず）を設ける。マトリックス36の電極と遅延膜の上面に設けた電極層（図示せず）の間の範囲を占める液晶物質38に電位を印加するための電源（図示せず）が設けられる。液晶ディスプレイの技術者に公知のように、電源（図示せず）は通常、所定の電圧をカラー部品あるいは副画素の各々に選択的に印加するための公知のアドレッシング回路（図示せず）とともに使用される。この方法では、選択した副画素および、あるいは画素を励起することにより画像を表示することが可能となる。

【0124】第1の偏光板32により直線偏光された光線は、向き合う電極間の液晶材料38を透過する間に回転させられる。本発明のツイスト・ネマチック・セル38は、好適には、光線を約82°乃至100°回転させる、すなわちねじれさせるが、本発明の所与の実施例においては液晶セル内のねじれの角度は任意でよい。

【0125】光線は、各色の波長に各々程度の異なる遅れとねじれを生じながら液晶材料38を透過した後、下側電極（図示せず）と、各色固有の遅延膜50、52、及び54と、光学カラー・フィルタ42、44及び46とを通過する。これらの光学フィルタは、液晶画素31の各サブ画素により透過されるべき色を選択する。各カラー・フィルタを透過した後、光線は、第2の透明基板40を透過し、そして最後に第2の直線偏光板すなわち出口偏光板56を通る。第2の偏光板を通過した後、光線はディスプレイを見ている観察者へと到達する。

【0126】本発明の一実施例における黒色マトリクスすなわち遮蔽ユニット41は、カラー・フィルタ同士の間において光を遮ることにより、フィルタを通らない光が画素を通り抜けないようにする。

【0127】常白色液晶ディスプレイ及び常黒色液晶ディスプレイのいずれも、本発明の実施に利用することができる。言い替えるならば、偏光板32と56の透過軸を、所与の実施例においては直交させることにより、液晶材料38が約90°の一般的なねじれを有するとき常白色液晶ディスプレイ画素を創出することができる。別の実施例においては、直線偏光板32と56の透過軸を互いに平行に配置することにより、液晶材料38がオフ状態において約90°の一般的なねじれを有するとき常黒色液晶ディスプレイ画素を創出することができる。偏光板の向きは、ディスプレイにおいて用いられるべきリターデーション値と遅延膜の向きを決定する。さらに、当業者においては、スーパー・ツイスト（例えば、ねじれ角が90°乃至270°）液晶ディスプレイ、ECBディスプレイ、及びホメオトロピック・ディスプレイであっても、本発明の特定の実施例における思想を利用できることは自明であろう。

【0128】光線が画素31を斜角で透過する場合、軸から離れるほど、液晶材料の複屈折の結果、角度とともに楕円偏光が大きくなる。液晶材料の複屈折は、特定の光の波長（例えば、赤色、緑色、及び青色の波長）の各々に対して異なる影響を及ぼす。この楕円偏光のために、液晶材料38を透過後において、法線軸からの角度の関数である光のコントラスト比が不均一となる。この不均一を補償するために、第2の実施例では、図16に示すように固有遅延膜50、52、及び54が、液晶材料38と第2の基板40との間に挿入される。遅延膜のそんざいによって、第2の偏光板56に入射する光線の楕円偏光が低減される。その結果、この直線偏光板56を通る光のコントラスト比の不均一性が改善される。

【0129】液晶材料38の複屈折は、各波長に対して異なる影響を及ぼすので、各遅延膜50、52、及び54の複屈折は、各サブ画素の色すなわち波長に対して固有のものとなっている。従って、個々の遅延膜50、52、及び54を固有化した結果、各色（例えば、赤色、緑色、及び青色）の漏れが、各色同士の間でも、また視角全体わたっても実質的に同等となる。すなわち、各特定のサブ画素の遅延膜をそのサブ画素の波長によって固有化すなわちパターン化することによって、異なる視角において相対的に異なる色漏れを生じる問題が解消される。

【0130】以上により明らかなように、本発明により、各サブ画素の色によって遅延膜を固有化すなわちパターン化することは、液晶ディスプレイ技術において長く要望されていた2つの問題を解決することになる。第1に、色によって遅延膜を固有化することは、任意の視角（法線軸上の視角を含む）における各色のコントラスト比を改善する。第2に、本発明による遅延膜のパターン化または固有化が、異なる色の異なる波長に対して補償を行うことにより、各サブ画素のパラメータ（ $d \cdot \Delta N$ ） $\div \lambda$ を各色の第1の透過最小値に一致させるべくマルチ・ギャップの手法（例えば、米国特許第4632514号）を採る必要がなくなる。その結果、前述の米国特許第4632514号による開示内容は、各サブ画素の遅延膜を固有化することによって液晶材料の位相シフトが各サブ画素の特定の波長に一致させられることから、もはやその必要性がなくなった。本発明によって、液晶材料の厚さ「 d 」を各色の第1の透過最小値に一致させる必要性が排除された。なぜなら、固有化された遅延膜及びそれらの各々の複屈折と向きが、位相シフトを補償するからである。この結果、セル・ギャップ「 d 」を各波長の第1の透過最小値に一致させる必要がなくなった。

【0131】さらに、当業者には自明のことであるが、本発明の一実施例における遅延膜50、52、及び54は、公知のように、液晶層の両面上において互いに接するまたは間隔を空けた1層、2層、またはそれ以上の層として設けてもよい。例えば、米国特許第5150235号、第4385806号、及び第5184236号の開示をここに参照するが、これらの開示は、本発明の範囲内で利用できる多層の遅延膜を教示している。従って、本発明の任意の実施例に関する全ての遅延膜は、得ようとする画素のための特定の使用法に従った方向を有する1層、2層、またはそれ以上の層から構成することができる。さらに、1軸性遅延膜及び2軸性遅延膜の双方とも、本発明の特定の実施例に関連して用いることができる。

【0132】図17は、本発明の第3の実施例を示している。図17は、本発明の第3の実施例の断面図であり、画素31の赤色と緑色のサブ画素のみが、各サブ画

素の特定の波長に対して固有化されたそれぞれの遅延膜80と81を設けられている。青色のサブ画素は、そのような対応する固有化遅延膜を設けないままにしてある。

【0133】しかしながら、この第3の実施例においては、一定のリターデーション値をもつもう1つの遅延膜すなわち遅延層60が、第2の透明基板40の下に基板40と第2の偏光板56との間に設けられている。この別の遅延膜すなわち遅延層60は、他の任意の汎用的な遅延膜と同様の光学的動作をする。

【0134】遅延膜60のリターデーション値は、各サブ画素内の固有化遅延膜のリターデーション値に加算される。例えば、図17に示した第3の実施例からわかるように、もし赤色のサブ画素の固有化遅延膜80のリターデーション値が10単位であり、第2の基板40と偏光板56との間に配置された遅延膜60のリターデーション値が5単位であったとすると、赤のサブ画素の遅延膜の全リターデーション値は、15単位となる。

【0135】さらに、当業者であれば、本発明の任意の実施例における固有化遅延膜の全てが、基板の外側である図17に示した遅延膜60の位置と同じ位置に配置できることは自明であろう。別の例では、固有化遅延膜を、第1の偏光板32と第1の基板34との間に配置することもできる。さらに別の例として、図5に示した遅延膜60を、第1の偏光板32と第1の基板34との間に配置してもよい。第2の実施例と同様に、第3の実施例も、常黒色または常白色のいずれのツイスト・ネマチックLCDであってもよく、好適にはオフ状態でセルのねじれが約82°乃至100°である。

【0136】図18は、本発明の第4の実施例である。図18は、単一の固有化すなわちパターン化遅延膜62を備えたツイスト・ネマチックLCDの断面図である。この遅延膜62は、特定のサブ画素に対して各々異なる厚さを規定した階段状の平面を内側の面に設けている。別の例では、外側の面を階段状にすることもできる。この実施例における遅延膜62の厚さは、赤色のサブ画素において最も厚くし、かつ青色のサブ画素において最も薄くすることによって、赤色、緑色、及び青色のサブ画素の遅延膜62に対して異なるリターデーション値を定め、それらの値を各対応するサブ画素の特定の波長に一致させる。

【0137】図18に示した第4の実施例には、階段状遅延膜62の内側の面上に蒸着された第2の電極層64及び、第2の電極層64の内側の面上に蒸着された第2の配向膜66も示されている。透明電極膜64及び透明配向膜66もまた、本発明の別の実施例においては存在することが好ましいが、簡潔にするために図では省略している。電極層64は、マトリクス・アレイ36及びその中の電極と結合されることにより、各特定のサブ画素に対して選択的に印加される電圧を生成する。第1の配

向膜（図示せず）は、このマトリクス・アレイ36の内側の面に配置されている。

【0138】本発明の任意の実施例における各サブ画素は、好適には、約7乃至9個のグレイ・レベル（階調）電圧を有する。各サブ画素に対して、同じ駆動電圧のセットを用いることができる。または別の例として、そのサブ画素の電圧曲線に対する透過率に基づいて、各サブ画素に対するグレイ・レベルの駆動電圧の組を選択することもできる。本発明の任意の実施例における固有化遅延膜の存在は、反転を最小限とすることによって液晶ディスプレイのグレイ・レベル性能を改善する。

【0139】第2の配向膜66は、マトリクス36の内側の面上に蒸着された第1の配向膜（図示せず）と連携して機能する。すなわち、これらの配向膜は、好適には液晶層38の液晶分子を互いに垂直になるように配向させることにより、約90°ねじれた液晶セルを創出する。電極層64と同様に、配向層66とそれに対応する第1の配向層（図示せず）は、本発明の他の任意の実施例においても存在するが、簡潔にするために図示を省略している。

【0140】図18の実施例は、もちろん、偏光板の透過軸の向きによってNWまたはNBのいずれのタイプのセルであってもよい。

【0141】図19は、本発明の第5の実施例を示している。図19は、各サブ画素の固有化遅延膜67、68、及び70が異なる材料からなるツイスト・ネマチック液晶ディスプレイを示す断面図である。よって、これらの固有化遅延膜は、異なる複屈折とリターデーション値とをもつ。これらの固有化遅延膜と各々の複屈折値は、その対応するサブ画素の波長に依って選択される。従って、この実施例では、選択される材料と遅延膜として必要な複屈折値には依存するけれども、個々の遅延膜が異なる厚さを有する必要はない。青色、緑色、及び赤色のサブ画素の遅延膜67、68、及び70は、カラー・フィルタ42、44、及び46の内側の面上であって電極64と配向膜66の外側の面上に置かれる。本発明の他の実施例と同様に、この実施例もまた、例えば、第2の基板40と第2の偏光板56との間にもう1つの遅延膜を設けてもよい。さらに当業者であれば、各遅延膜が、異なる複屈折値をもつ異なる材料から作製されるというこの第5の実施例の思想を、本発明の他の全ての実施例に適用できることは自明であろう。

【0142】図20は、本発明の第6の実施例を示している。図20は、本発明のツイスト・ネマチックLCDの実施例の断面図であり、この例では、画素31の各サブ画素のカラー・フィルタ42、44、及び46が、第2の基板上に置かれ、かつこの実施例の遅延膜50、52、及び54が、マトリクス36のいずれかの面上にある第1の基板34の内側の面上に蒸着されている。最も好ましくは、個々のサブ画素の色に依って固有化されて

いる遅延膜50、52、及び54が、マトリクス層36の内側の面上に蒸着されている。この第6の実施例の遅延膜は、光が液晶層38へ入射する前に、その光の水平成分を補正する。この遅延膜は、第1の基板34上にあっても、第2の基板40上にあっても同じである。

【0143】図21は、本発明の第7の実施例を示している。図21は本発明の実施例を示す断面図であり、この実施例では、ツイスト・ネマチックLCDの遅延膜50、52、及び54が、それらの対応するカラー・フィルタ42、44、及び46と第2の基板40との間に置かれている。この例においても、固有遅延膜が、各サブ画素の対応するカラー・フィルタの下に置かれた場合と上に置かれた場合とで、得られる結果は同じである。

【0144】本発明の顕かな有用性は、液晶画素を組込む前に遅延膜を直接カラー・フィルタ上に蒸着することができることであり、これによって作製者は、フィルタと遅延膜との組合せを予め作製しておくことができる。例えば、フィルタと遅延膜とを組合せたものを画素の対応する基板へ蒸着又は接着する前に、遅延膜50、52、及び54を、所望の厚さとリターデーション値でカラー・フィルタ42、44、及び46の上にスピン・コートしてもよい。米国特許第5071997号における負の複屈折値をもつ可溶性ポリイミドは、この目的に適している。これによって、液晶ディスプレイ画素31の作製において遅延層を蒸着する必要がなくなった。

【0145】図22は、ネマチック液晶ディスプレイを示す本発明の第8の実施例の断面図であり、この例では、カラー・フィルタと遅延素子とが、一体的に形成された素子85乃至87に組込まれている。1つの一体的形成されたポリマベースの素子（85乃至87）は、遅延素子としてもカラー・フィルタとしても機能する。これは、汎用的なカラー・フィルタ染料を遅延素子として機能するポリイミド材料中へ液浸することによって実現される。この目的のために使用される可溶性ポリイミドは、米国特許第5071997号に開示されており、既に本明細書中で参照している。当該特許による有機溶媒可溶性ポリイミドが、負の複屈折値をもつ遅延膜として使用できることは、公知である。汎用的なカラー染料は、これらの可溶性ポリイミド中に溶解又は液浸させることができ、それによって、LCD中で遅延素子としてもカラー・フィルタとしても機能する一体形成されたポリイミドベースの素子85乃至87を創出する。これらのポリイミドに液浸又は添加できるカラー染料は、米国特許第5229039号に開示されており、この開示内容をここに参照する。

【0146】遅延素子でありかつフィルタである素子85乃至87は、本発明の他の実施例の教示に従って、各サブ画素の波長によって固有化してもよく、また固有化しなくともよい。さらに、カラー・フィルタとしても遅延素子としても機能する一体形成されたポリマベース素

子、本発明の前述の任意の実施例における別々のフィルタ及び固有化遅延膜の代りに用いることができる。

【0147】カラー・フィルタ染料を液浸又は溶解させるポリマは、好適にはポリイミドである。ポリイミドは、コポリイミド（ポリイミド共重合体）又はホモポリイミドのいずれも好適である。ホモポリイミドは、好適には、(i)無水ピロメリト酸（PMDA）と2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン（BTMB）、(ii)3,3',4,4'-無水ベンゾフェノンテトラカルボキシル酸（BTDA）と2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン（BTMB）、(iii)4,4'-無水オキシジフタル酸と2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン（BTMB）、(iv)3,3',4,4'-無水ジフェニルステトラカルボキシル酸（DSDA）と2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン（BTMB）、(v)3,3',4,4'-無水ビフェニルテトラカルボキシル酸（BPDA）と2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン（BTMB）、(vi)2,2'-無水ビスジカルボニルフェニルヘキサフルオロプロパン（6FDA）と2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン（BTMB）からなる群から選択される。

【0148】コポリイミドは、好適には、(i)3,3',4,4'-無水ベンゾフェノンテトラカルボキシル酸（BTDA）、2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン（BTMB）、及び4,4'-ジアミノジフェニルエーテル（DDE）、(ii)3,3',4,4'-無水ビフェニルテトラカルボキシル酸（BPDA）、無水ピロメリト酸（PMDA）、及び2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン（BTMB）、(iii)3,3',4,4'-無水ビフェニルテトラカルボキシル酸（BPDA）、2,2'-ビストリフルオロメチルベンジジン（BTMB）、及びパラフェニレンジアミン（PPDA）からなる群から選択された材料に基づく。

【0149】さらにこのポリイミドは、その中にカラー・フィルタ染料を液浸させるプロセスを簡易に行うために有機溶媒（例えば、m-クレゾール）可溶性であることが好ましい。このような材料は、University of Akron から入手することができる。

【0150】ポリマベースの素子85乃至87の遅延素子としての特性である複屈折値とリターデーション値は、材料の選択とその厚さを増減することによって調整することができる。さらに、上記の異なるポリマ材料は、各々異なる複屈折値を有している。

【0151】ポリマベースの素子85乃至87のカラー・フィルタとしての特性は、その中に液浸される染料の量及び種類によって汎用的な方法で調整できる。

【0152】図23は、本発明の様々な実施例における複数の画素310を含むLCDの部分切り欠き図である。複数の画素310は、向い合う偏光板312と314との間に、及び向い合う透明基板316と318との間に挟まれている。液晶層320もまた、基板とTFT322との間に置かれている。TFT322は、本発明

発明の様々な実施例における画素やサブ画素の駆動方式として用いられている。列ライン324及び行ライン326が、TFT322を接続している。ITO電極330が、TFTをそれぞれの画素へ接続している。

【0153】図24は、前述の「水平視角」（X）及び「垂直視角」（Y）と、汎用的なLCD視角 ϕ 及び θ との間の角度関係を示した図である。

【0154】本発明は以上のとおり開示されたが、他の多くの特徴、変形、及び改良については当業者であれば自明であろう。従って、そのような他の多くの特徴、変形、及び改良は本発明の一部とみなされ、そして本発明の範囲は特許請求の範囲によって定められる。

【0155】

【発明の効果】本発明により、マルチカラー液晶ディスプレイの画素の技術において、各色についてセル・ギャップ「d」を調整する必要があるマルチ・ギャップを排除しかつ各色の波長を補償できる技術が提供され、それによって各特定の色についての視角及びコントラスト比を改善し、いろいろな視角における異なる色についてのばらつきのある色漏れを本質的に排除することが可能となった。さらにまた、光学的遅延素子としてもカラー・フィルタとしても機能する単一の素子も実現された。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の、マルチ・ギャップ型の汎用的な常黒色液晶ディスプレイの画素の断面図であり、画素全体に亘って一定の複屈折値とリターデーション値とをもつ2つの遅延プレートを備え、各副画素における液晶材料のセル・ギャップ「d」はその副画素の色の波長の第1の透過最小値に一致している。

【図2】図1のツイスト・ネマチックNB液晶ディスプレイの画素の従来技術における構成要素の光学的な向きを示した概略図である。

【図3】赤色、緑色、及び青色の3つの波長についての液晶画素を通る赤色光、緑色光、及び青色光の透過率をセルの厚さ「d」の関数として示したグラフであり、このグラフは、図1に示した画素のマルチ・ギャップ構造の本質的な欠点を示している。

【図4】従来技術による、赤色、緑色、及び青色の各副画素を含む常黒色液晶ディスプレイの画素の部分断面図であり、この画素は、画素全体に対して一定の複屈折とリターデーション値とをもつ1つの遅延膜を備え、そのセル・ギャップ「d」は、3つの全ての副画素について一定である。

【図5】図4に示した従来技術による画素から得られる、遅延膜のない場合の赤色についてのコントラスト比曲線を示すコンピュータ・シミュレーションのグラフである。

【図6】図4に示した従来技術による画素から得られる、遅延膜のない場合の緑色についてのコントラスト比曲線を示すコンピュータ・シミュレーションのグラフで

ある。

【図7】図4に示した従来技術による画素から得られる、遅延膜のない場合の青色についてのコントラスト比曲線を示すコンピュータ・シミュレーションのグラフである。

【図8】図4に示した従来技術による画素から得られる、リターデーション値275nmの遅延膜のある場合の赤色についてのコントラスト比曲線を示すコンピュータ・シミュレーションのグラフである。

【図9】図4に示した従来技術による画素から得られる、リターデーション値275nmの遅延膜のある場合の緑色についてのコントラスト比曲線を示すコンピュータ・シミュレーションのグラフである。

【図10】図4に示した従来技術による画素から得られる、リターデーション値275nmの遅延膜のある場合の青色についてのコントラスト比曲線を示すコンピュータ・シミュレーションのグラフである。

【図11】本発明によるNBツイスト・ネマチック液晶ディスプレイの画素の第1の実施例の光学的構成要素の概略図である。第1及び第2の直線偏光板は、方向A₀の互いに平行な透過軸をもつ。液晶画素は、実質的に偏光板の透過軸に垂直な方向B₁の第1のパフ域をもつ。第2のパフ域の方向A₀は、実質的に偏光板の透過軸に平行である。カラー・フィルタと色固有のすなわちパターン化遅延膜とは、第2のパフ域と第2の偏光板すなわち出口偏光板との間に置かれている。

【図12】本発明の第1の実施例による青色固有の遅延素子208の光学的図であり、青色遅延膜208は、方向B₀。カラー・フィルタと桂馬割りに回転した光学軸R₀をもち、そして方向B₀は、実質的に方向B₁に平行である。

【図13】図11及び図12に示した本発明による第1の実施例の画素において、赤色固有の遅延膜がリターデーション値315nmをもつ場合に得られる赤色のコントラスト比曲線のコンピュータ・シミュレーションのグラフである。

【図14】図11及び図12に示した本発明による第1の実施例の画素において、緑色固有の遅延膜がリターデーション値275nmをもつ場合に得られる緑色のコントラスト比曲線のコンピュータ・シミュレーションのグラフである。

【図15】図11及び図12に示した本発明による第1の実施例の画素において、青色固有の遅延膜がリターデーション値240nmをもつ場合に得られる青色のコントラスト比曲線のコンピュータ・シミュレーションのグラフである。

【図16】本発明によるツイスト・ネマチック液晶ディスプレイの画素の第2の実施例の断面図であり、この実施例では各色の副画素に対して固有の遅延膜を用い、各遅延膜は、その副画素の色すなわち波長によって選択さ

れた所定のリターデーション値と光学的向きをもっている。各副画素（例えば、赤色、緑色、及び青色）の有する固有の遅延膜すなわちパターン化遅延膜は、同じ材料からなるが、その厚さを変えることによって各副画素の特定の波長に一致する各々のリターデーション値を創出している。この実施例における固有の遅延膜は、カラー・フィルタの内側の面上に配置されている。

【図17】本発明によるツイスト・ネマチック液晶画素の第3の実施例であり、この実施例では、赤色と緑色の副画素においてのみ固有の遅延膜すなわちパターン化遅延膜を用い、青色の副画素にはこのような膜はない。さらに、第3の実施例では、第2の基板と第2の偏光板との間に一定の複屈折とリターデーション値とをもつ遅延膜又は遅延層が設けられている。

【図18】本発明によるツイスト・ネマチック液晶画素の第4の実施例であり、この実施例では、固有の遅延膜が上側に階段状の面を有することによって、各副画素の遅延膜に対して異なる厚さと異なるリターデーション値とを創出している。

【図19】本発明によるツイスト・ネマチック液晶画素の第5の実施例であり、この実施例では各副画素が固有の遅延膜を有し、各副画素の遅延膜は、好適には異なる複屈折と異なるリターデーション値とをもつ異なる材料から作られる。これらの遅延膜の厚さは、実質的に等しくしてもよく、あるいは、各副画素の複屈折値と必要な厚さとに依存して実質的に異なるようにしてもよい。

【図20】本発明によるツイスト・ネマチック液晶画素の第6の実施例であり、この実施例では、第1の基板の内側表面上に配置された固有の遅延膜と、第2の基板の内側表面上に配置された各副画素についての光学カラー・フィルタとを有することによって、カラー・フィルタと遅延膜とが液晶層の反対の面上に置かれる。

【図21】本発明によるツイスト・ネマチック液晶画素の第7の実施例であり、この実施例では、色固有の遅延膜すなわちパターン化遅延膜が、カラー・フィルタの外側表面上に置かれることによって、各副画素のカラー・フィルタと第2の基板との間に配置される。

【図22】本発明によるツイスト・ネマチック液晶画素の第8の実施例であり、この実施例では、各副画素内のポリマすなわちポリイミドベースの膜が、カラー・フィルタとしても遅延素子としても機能する。

【図23】複数の画素を含む液晶ディスプレイの部分切欠図である。

【図24】本明細書で用いる水平視角及び垂直視角と、汎用的な液晶ディスプレイの角度φ及びθとの間の角度関係を示すグラフである。

【符号の説明】

30 光線

32 第1の直線偏光板

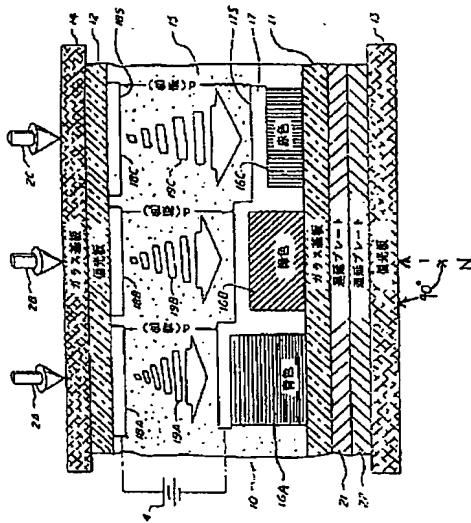
34 第1の透明基板

45

- 36 透明アクティブ・マトリクス
- 38 液晶層
- 40 第2の透明基板
- 42、44、46 カラー・フィルタ
- 50、52、54 色固有遅延膜
- 56 第2の直線偏光板
- 201 光線

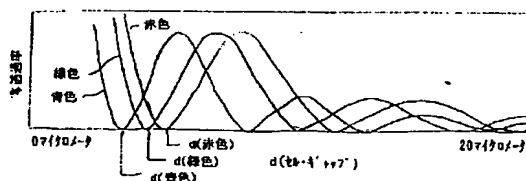
【図1】

従来例



【図3】

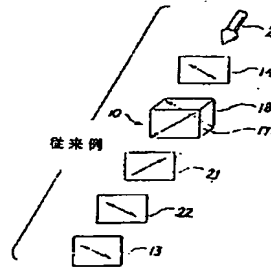
従来例



46

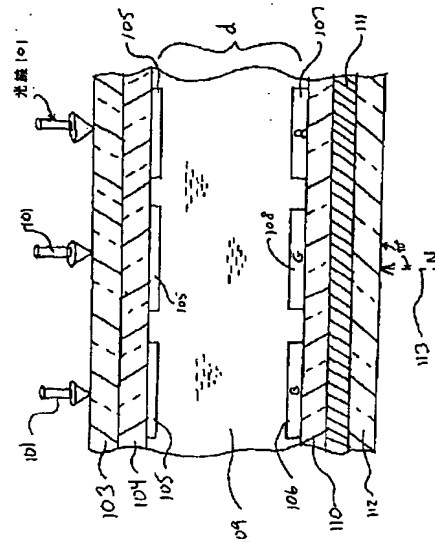
- 202 第1の偏光板
- 204 第1のパフ域
- 206 第2のパフ域
- 208、210、212 色固有遅延膜
- 214、216、218 カラー・フィルタ
- 220 第2の偏光板

【図2】

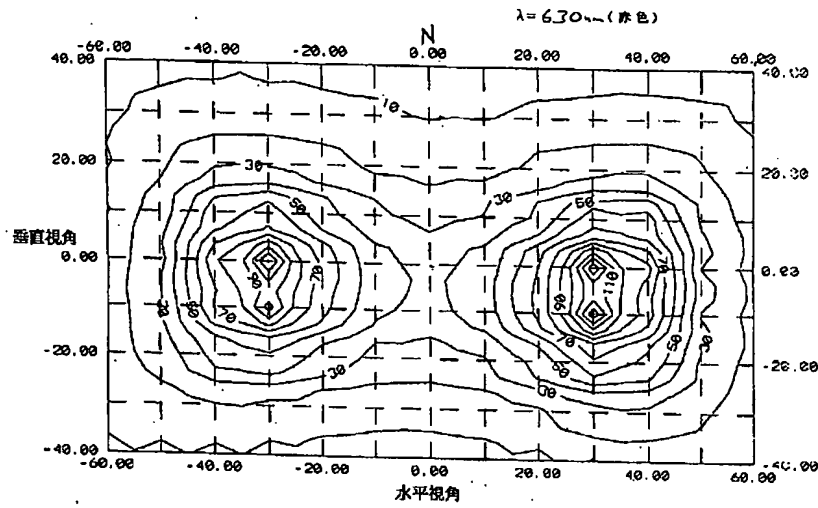


【図4】

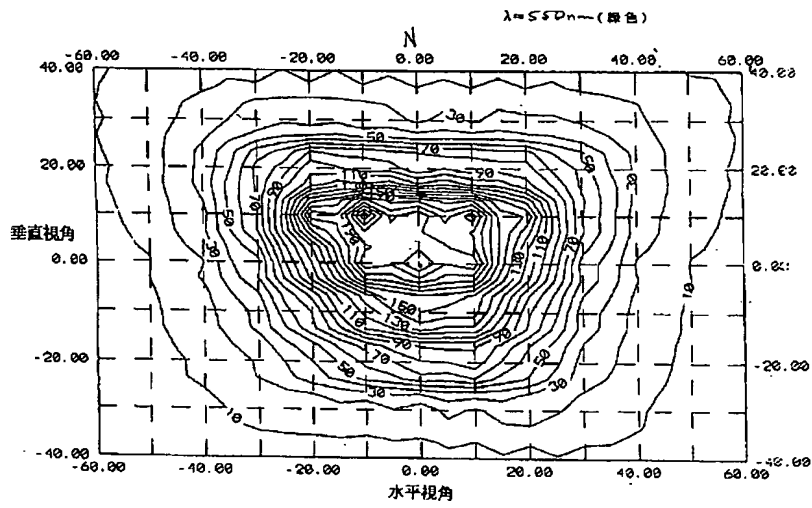
従来例



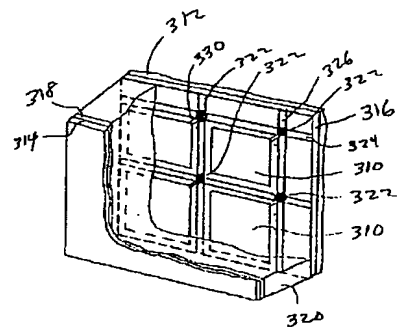
【図5】



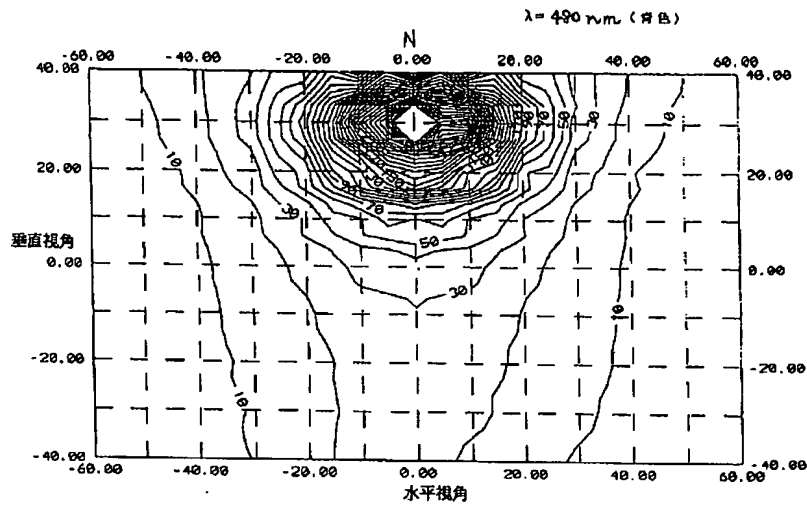
【図6】



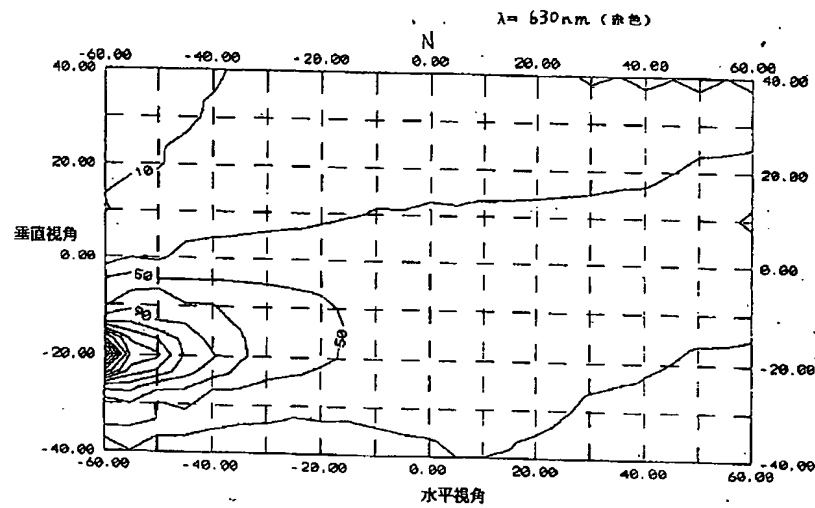
【図23】



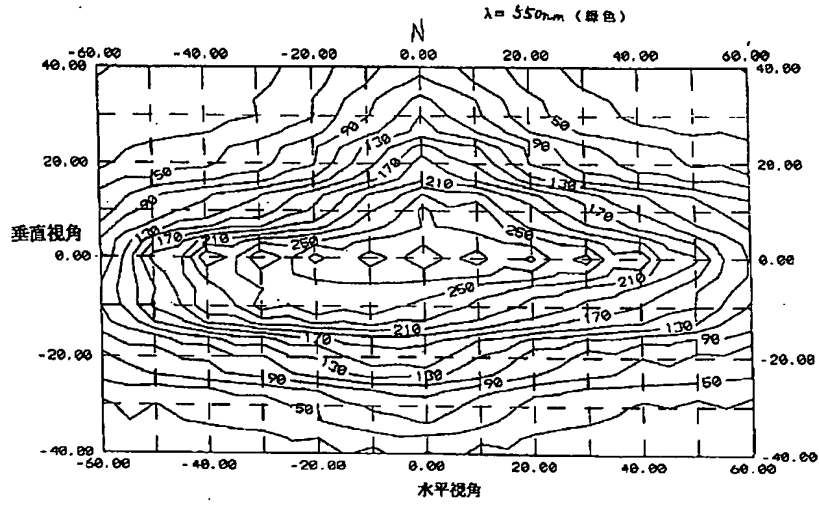
【図7】



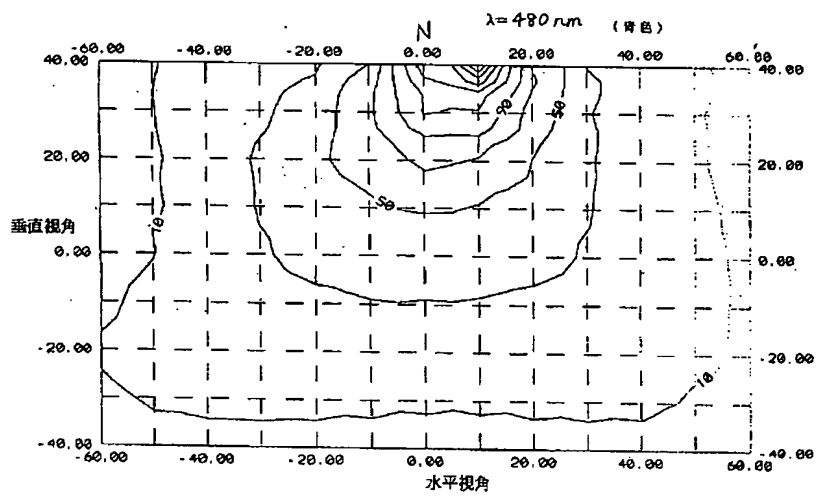
【図8】



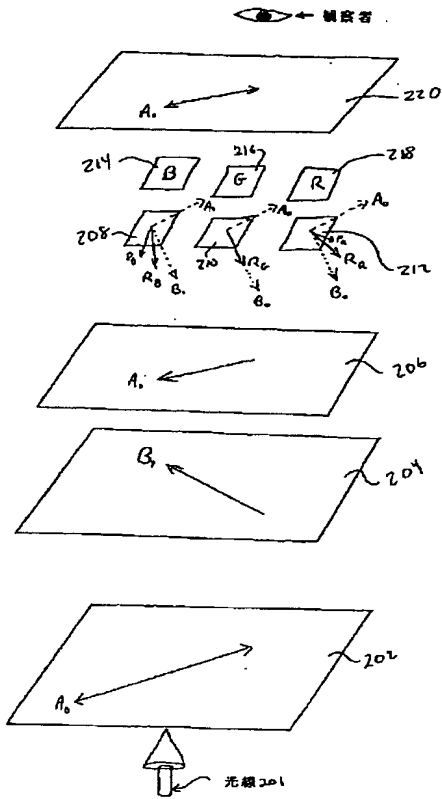
【図9】



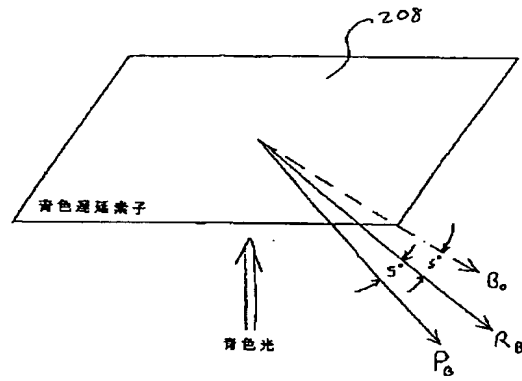
【図10】



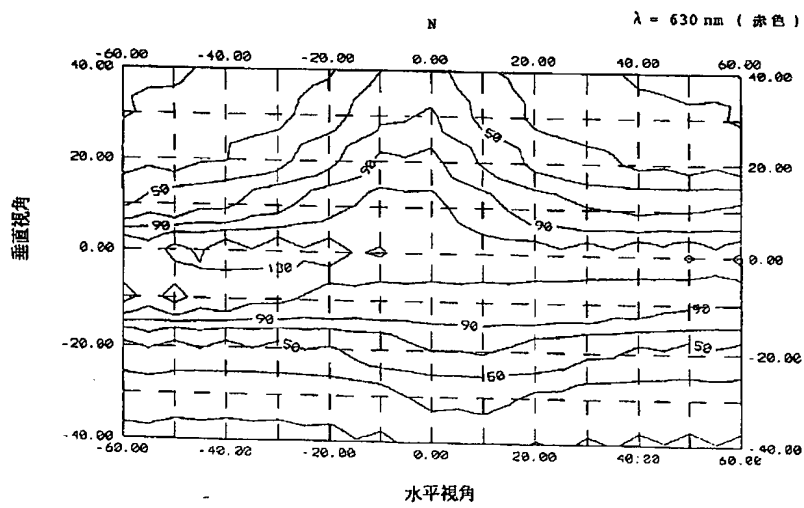
【図11】



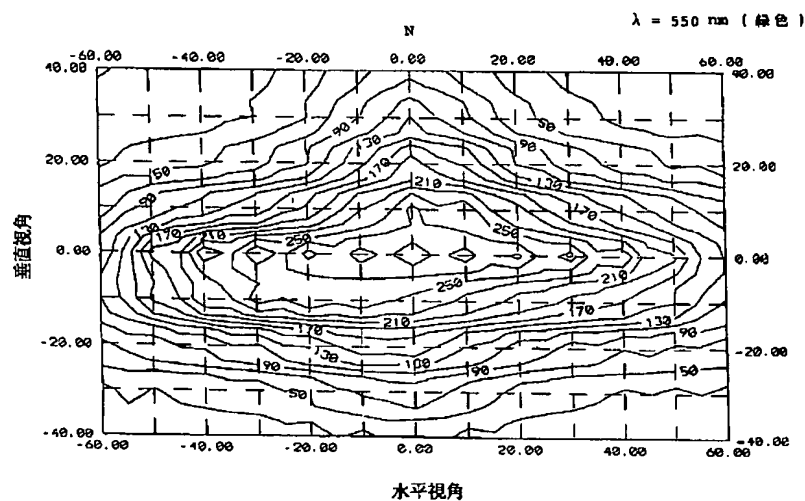
【図12】



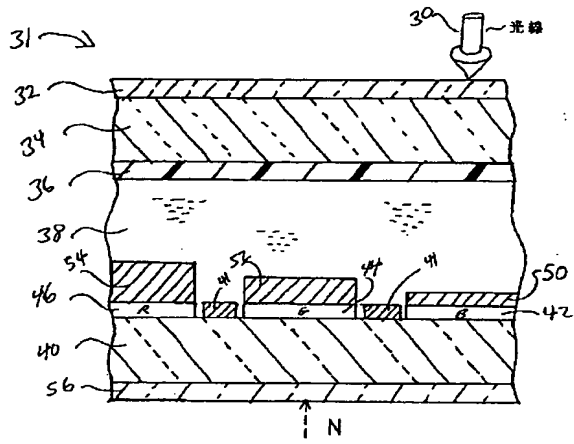
【図13】



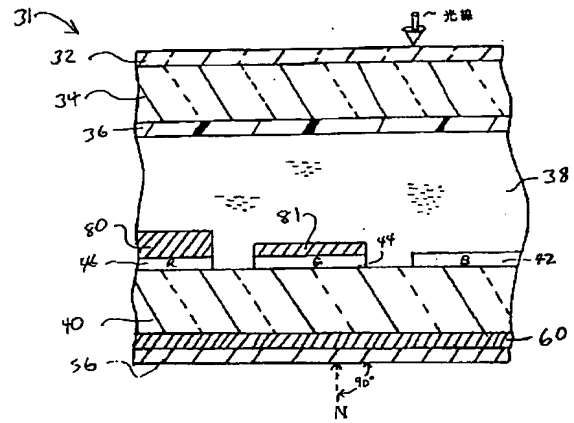
【図14】



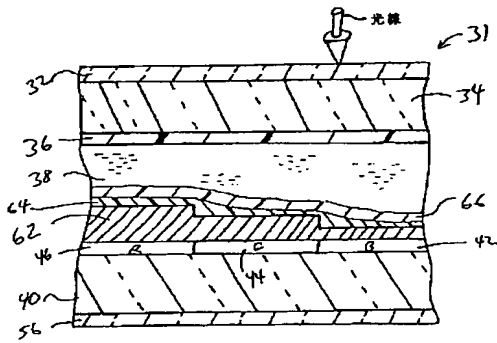
【図16】



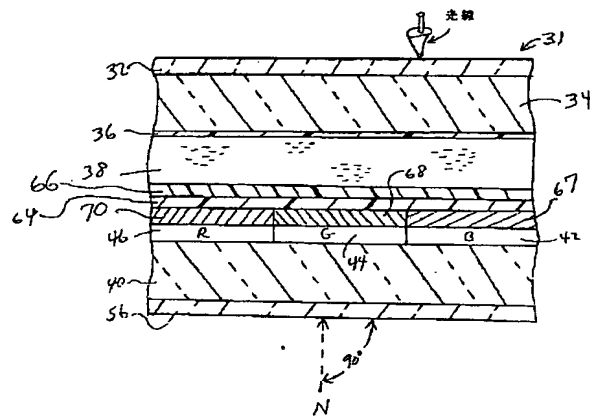
【図17】



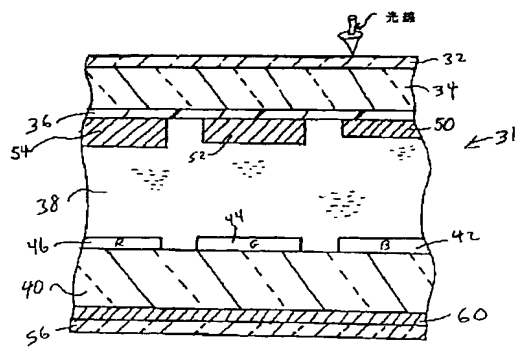
【図18】



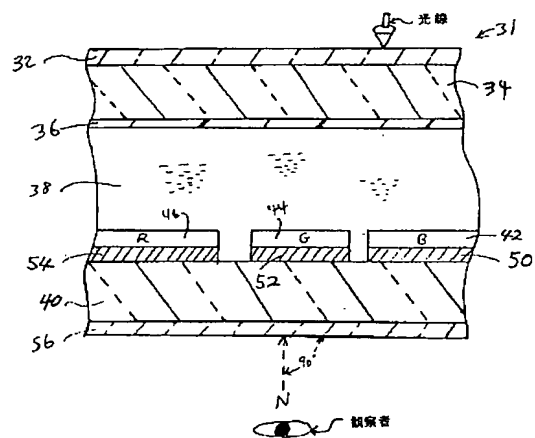
【図19】



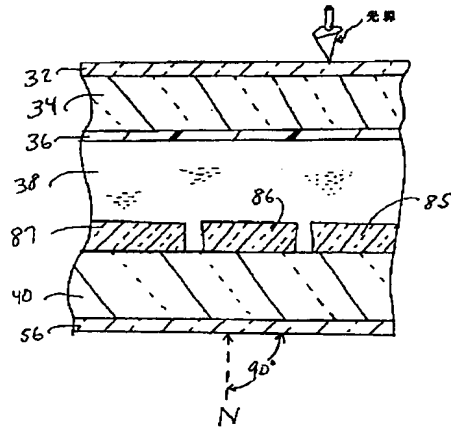
【図20】



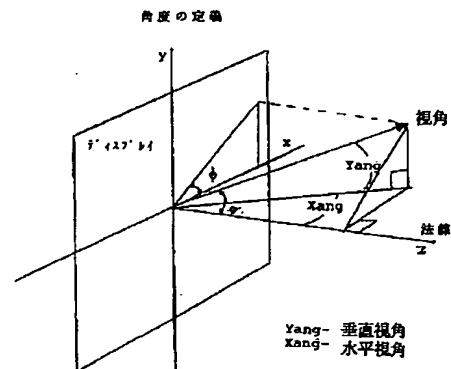
【図21】



【図22】



【図24】



フロントページの続き

(72)発明者 バトリック・エフ・プリンクレイ
アメリカ合衆国、48301・ミシガン、ブル
ームフィールド、ウェイコン・ドライブ、
6860

(72)発明者 ガング・シュウ
アメリカ合衆国、48073・ミシガン、ロイ
ヤル・オーク、トーキー・アベニュー、ア
パートメント・102、2445